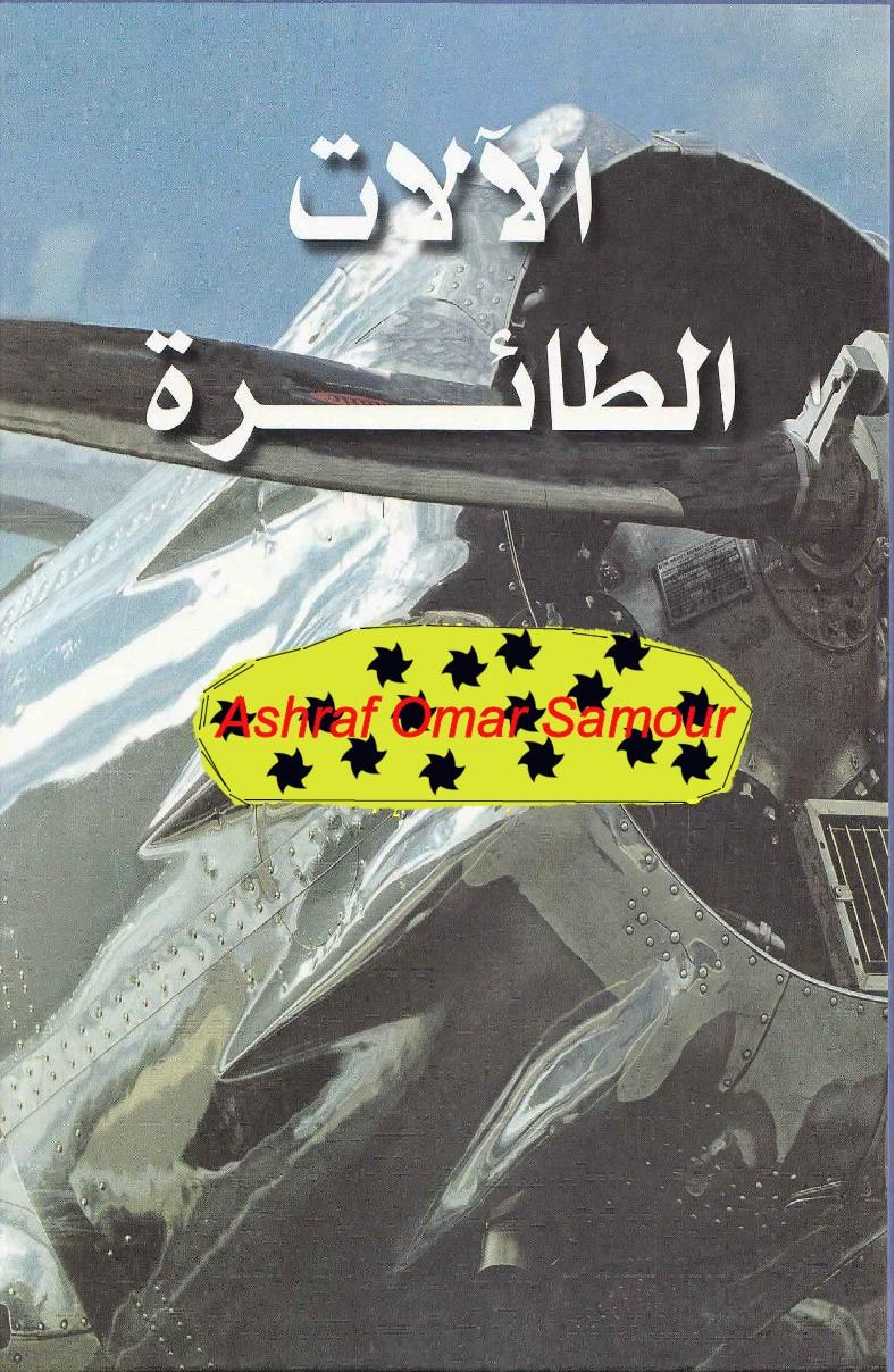
DK مشاهـدات علميـة

الآلات الطائرة



Ashraf Omar Samour

مشـاهـدات علـمـيــة

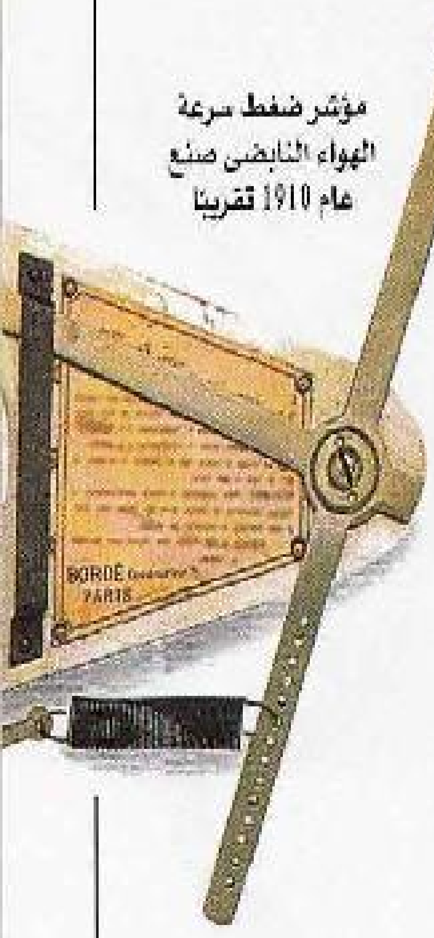
الآلات الطائــرة

Ashraf Samour
Arab Commix

مشاهدات علمية

الآلات الطائرة

ARAB COMICS
عرب كوميكس



مؤشر ضغط سرعة الهواء النابض صنع عام 1910 تقريبا

مشاهدات علمية

الآلات الطائرة

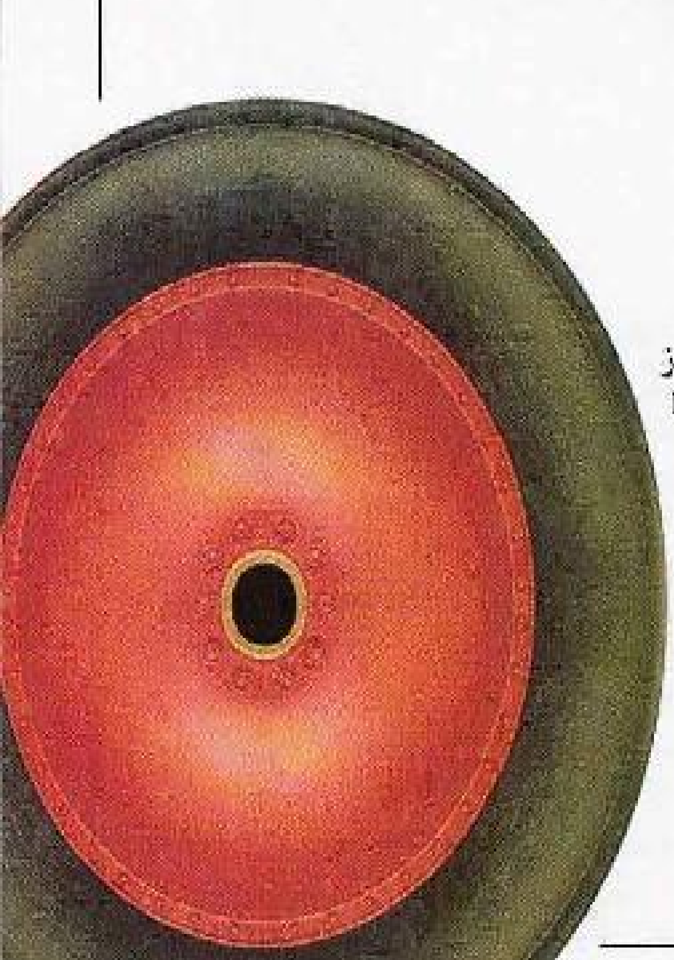
تأليف: آندرو ناهوم

طائرة شراعية أحادية المقعد طراز K23 لعام 1982

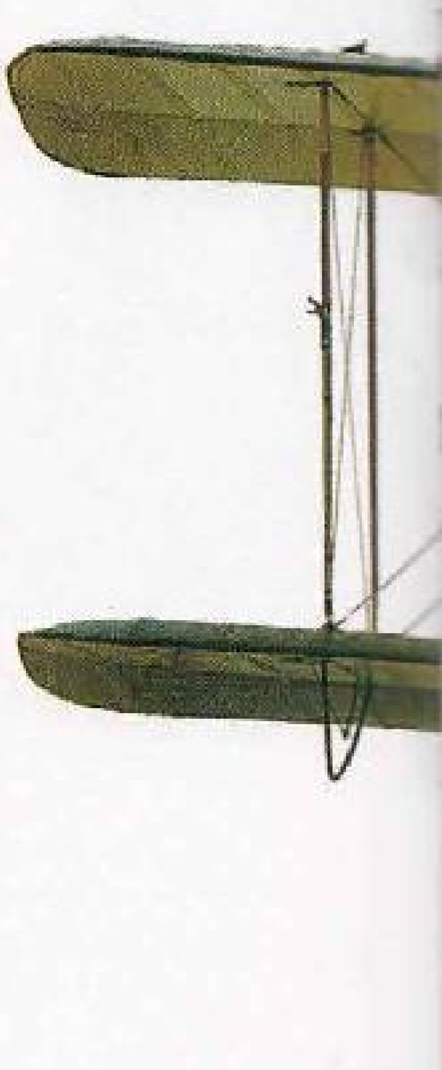
«الصندوق الأسود» مسجل بيانات الرحلة

مقياس ارتفاع إليوت للجيب 1910

محرك مروحي طراز أنزاني لعام 1910

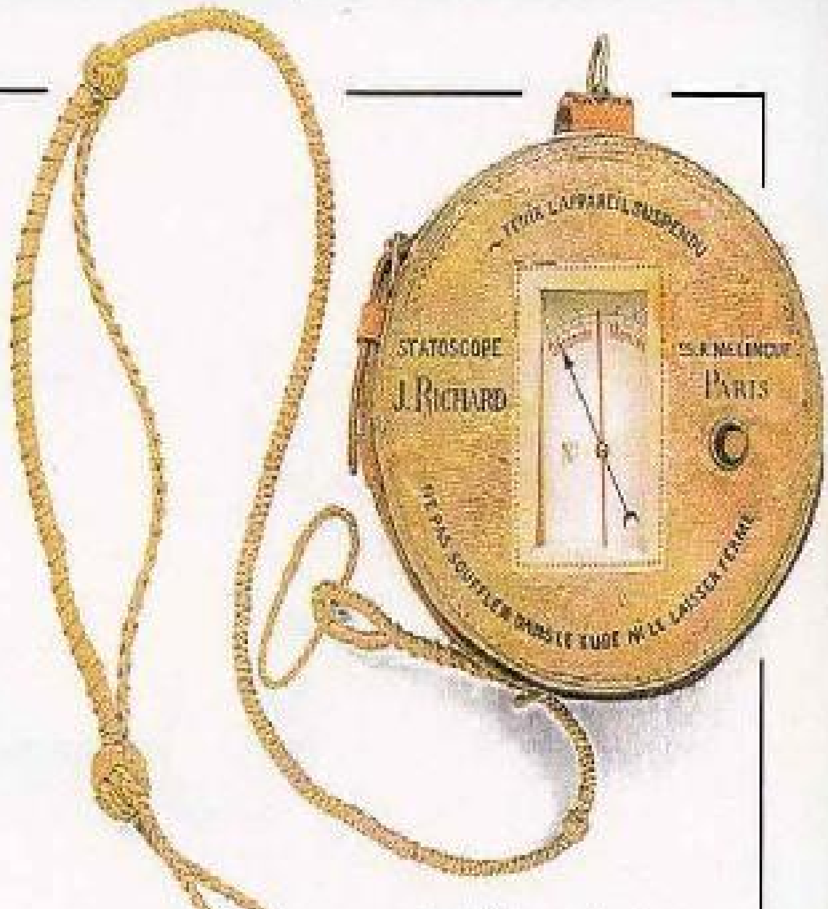


عجلة هبوط من الصلب المضغوط طراز هوكر هارت لعام 1927



نهضة مصر
للطباعة والنشر والتوزيع

كيس لحمل الجسد
فى الطيران العلاقى



مقياس الارتفاع والانخفاض
«ستاتوسكوب» الخاص بالمنطاد
الغازى والذى يعود إلى عام 1910

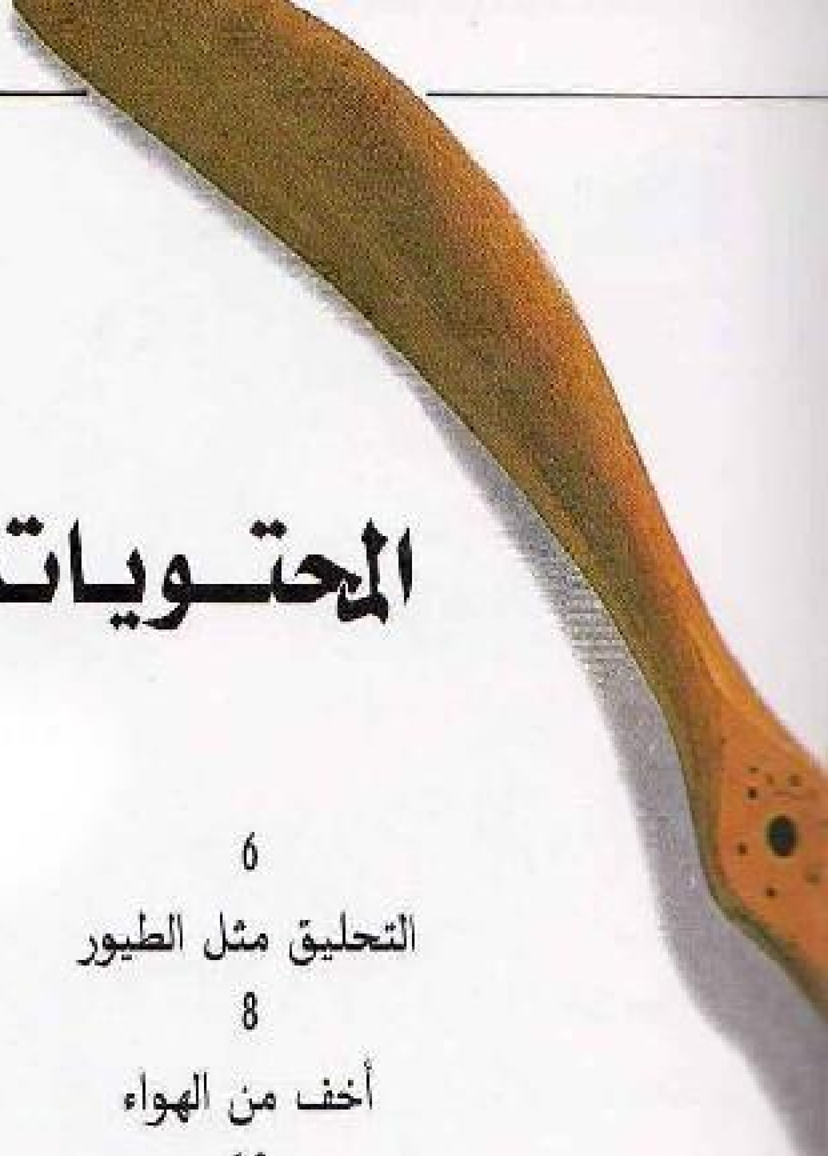
مقصورة الطائرة ذات
الخفة الفائقة سولار
وينجز بيجاسوس

مروحة دفع
متكاملة مطلية
طلاء وقائى تعود
إلى عام 1919

خوذة الطيار فى الحرب العالمية الأولى

الطائرة المقاتلة
بريستول فايتر لعام 1917

نموذج نظارات وقاية الأعين
فى الحرب العالمية الأولى



المحتويات

6
التحليق مثل الطيور
8
أخف من الهواء
10
التحليق عاليًا
12
الطائرة ذات المحرك
14
أولى الطائرات
16
أولئك الرجال البارعون
18
الأجنحة المزدوجة
22
الطائرات المتطورة
26
الطائرة الخفيفة
28
محركات الطائرات
30
مروحة الدفع
32
الطيران حول العالم
34
الطائرة النفاثة
36
الدفع النفاث
38
عدة الهبوط
40
التحكم فى الطائرة
42
مقصورة القيادة قديمًا
44
مقصورة القيادة حديثًا
46
معدات الطائرة
48
الأجنحة الدوارة
50
طائرات الهليكوبتر
54
منطاد الهواء الساخن
56
السفينة الهوائية
58
الطائرات الشراعية الحديثة
60
الطائرات الشراعية العُلاقية
62
الطائرات المحمولة
64
هل تعلم؟
66
من هو؟
68
اكتشف المزيد
70
المصطلحات
72
الكشاف

المروحة الأمامية الخاصة بمحرك التيربو المروحى طراز رولز رويس تاى

عجلات الهبوط الخاصة بطائرة من إنتاج شركة ديبردوسان لعام 1909

نموذج تجريبى لريش مروحة الدفع باراجون لعام 1909

اسم السلسلة: مشاهدات علمية

العنوان: الآلات الطائرة

تأليف: آندرو ناهوم

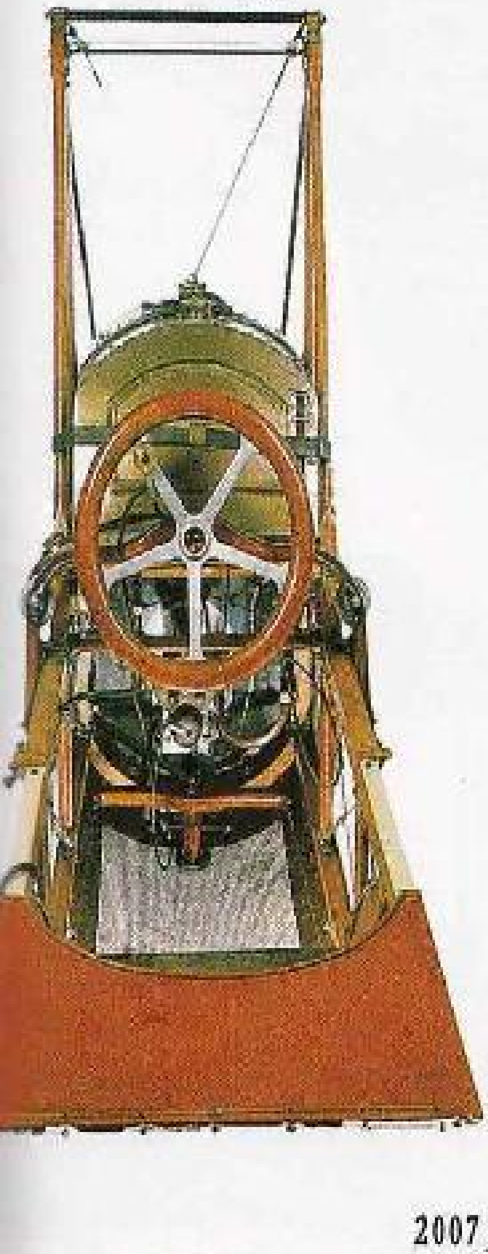
ترجمة: شيرين محمد حيدر

إشراف عام: داليا محمد إبراهيم

عداد «ماخ» لقياس سرعة الطائرة مقارنة بسرعة الصوت، يعود إلى عام 1960

'A Dorling Kindersley Book'
www.dk.com
Original Title :Eyewitness Guides: Flying Machine

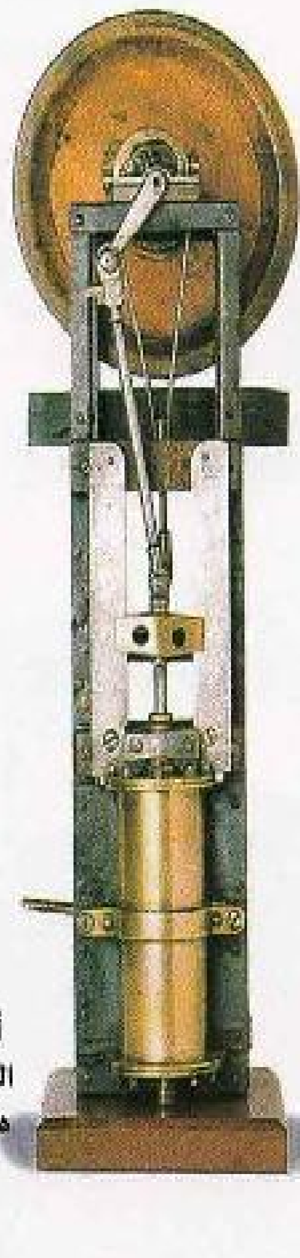
Copyright © 1990, 2003 Dorling Kindersley Limited.
Published by arrangement with Dorling Kindersley Limited,
80 Strand, London WC2R0RL.



مقصورة القيادة فى طائرة طراز ديبردوسان لعام 1909

ترجمة كتاب Flying Machine
تصدرها شركة نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع
بترخيص من DK

يحظر طبع أو تصوير أو تخزين أى جزء من هذا الكتاب سواء النص أو الصور بأية وسيلة من وسائل تسجيل البيانات، إلا بإذن كتابى صريح من الناشر.



أجزاء من المحرك الخاص بالمركبة الجوية التى تعمل بالبخار من إنتاج هنسون آند سترينجفيلو لعام 1845

أسسها أحمد محمد إبراهيم سنة 1938

الترقيم الدولى: 9-3935-14-977 | رقم الإيداع: 2007/15998 | الطبعة 1 : يوليو 2007

الإدارة العامة: 21 شارع أحمد عرابى - المهندسين - الجيزة
تليفون: 33466434 - 33472864 02
فاكس: 33462576 02

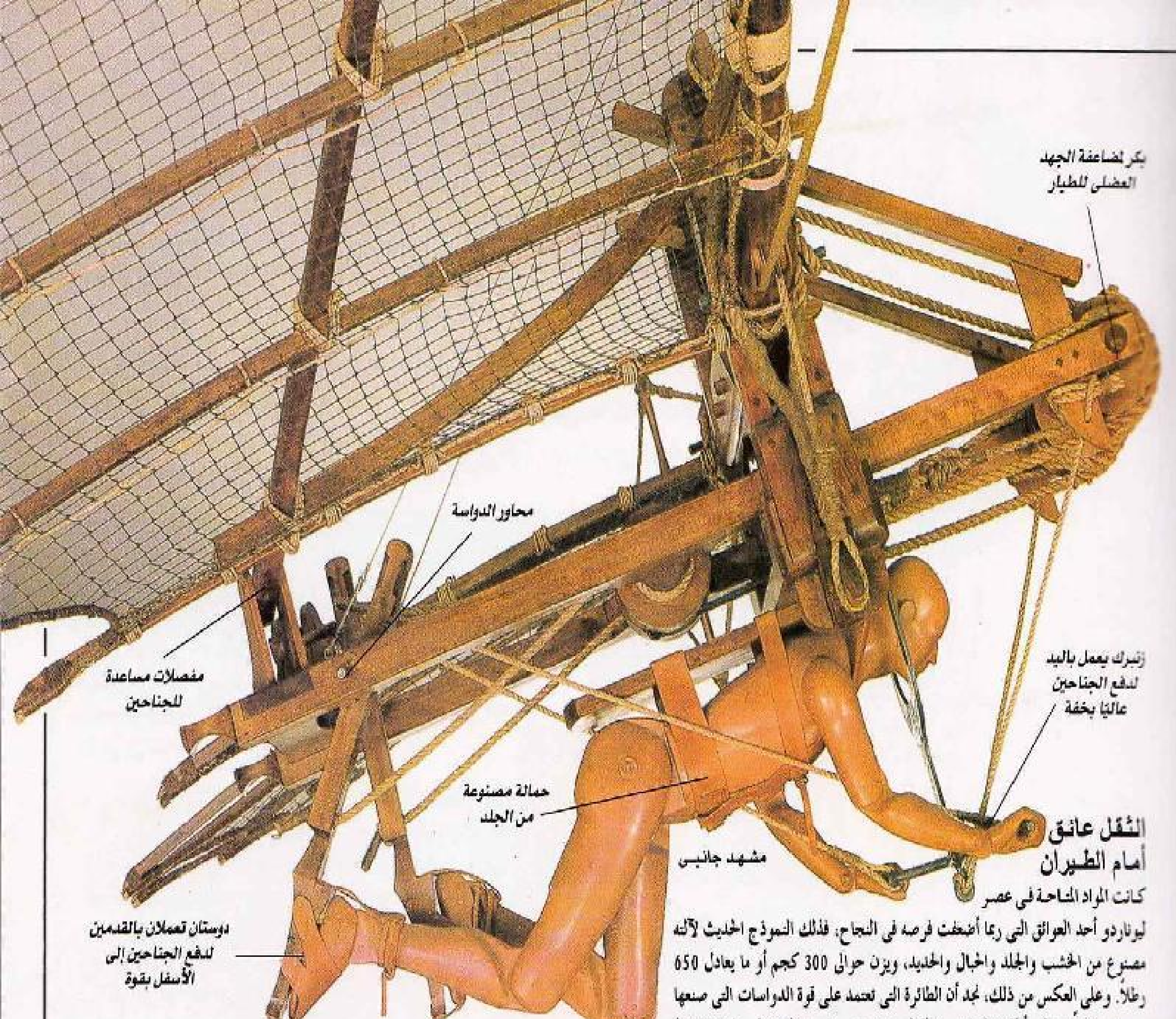
المركز الرئيسى: 80 المنطقة الصناعية الرابعة - مدينة 6 أكتوبر
تليفون: 38330287 - 38330289 02
فاكس: 38330296 02

مركز التوزيع: 18 شارع كامل صدقى - الفجالة - القاهرة
تليفون: 25909827 - 25908895 02
فاكس: 25903395 02

فرع الإسكندرية: 408 طريق الحرية - رشدى
تليفون: 5462090 03

فرع المنصورة: 13 شارع المستشفى الدولى التخصصى - متفرع من شارع عبد السلام عارف - مدينة السلام
تليفون: 2221866 050

Website: www.nahdetmisr.com
E-mail: publishing@nahdetmisr.com — customerservice@nahdetmisr.com



الثقل عائق أمام الطيران

كانت المواد المتاحة فى عصر ليوناردو أحد العوائق التى ربما أضعفت فرصه فى النجاح؛ فذلك النموذج الحديث لآلته مصنوع من الخشب والجلد والحبال والحديد، ويزن حوالى 300 كجم أو ما يعادل 650 رطلاً. وعلى العكس من ذلك، نجد أن الطائرة التى تعتمد على قوة الدواسات التى صنعها جوسامر لاحقًا، والتى أطلق عليها اسم «القطرس»، وعبر بها بحر المانش فى عام 1983، لم تكن تزن أكثر من 90 كجم (حوالى 200 رطل)، وذلك على الرغم من أن طول جناحيها يبلغ حوالى 30 مترًا (100 قدم).

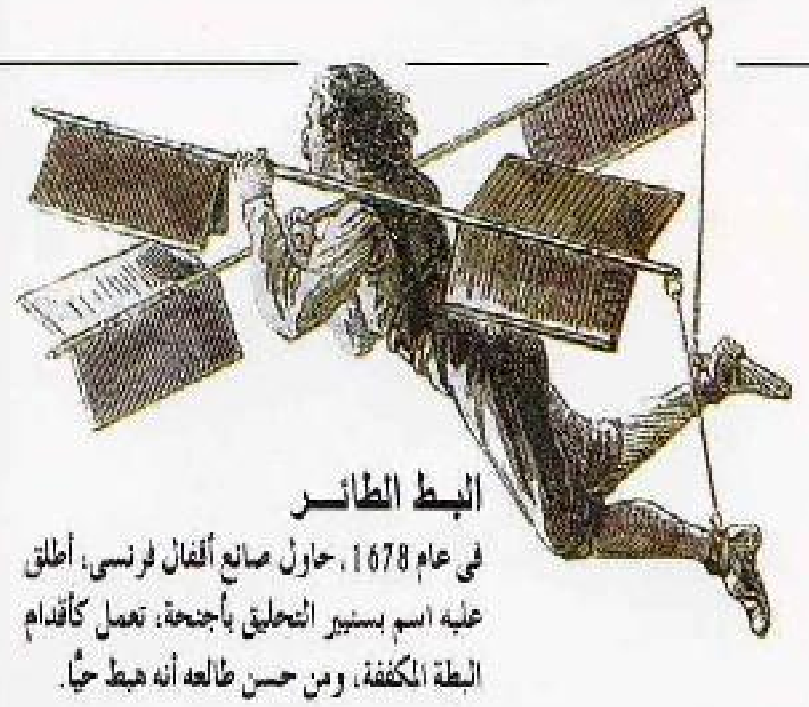
مشهد أمامى من النموذج الحديث للأورنيثوبتر التى صممها ليوناردو

لاتزال خفاقة

لم يخبو ضوء فكرة التحليق مثل الطيور إلا بعد فترة طويلة، ولقد نفذت هذه الآلة التى تبدو غير معقولة فى فرنسا على يد موريس باسات فى عام 1920، وبحلول عام 1932 صمم الروسى الفنان والحالم فلاديمير تاتلين طائرة خفاقة تشبه الطائر، وقد وصفها بأنها «أحد الاحتياجات اليومية للجماهير الروسية».

التحليــق مثــل الطيــور

منذ عصور الرجل الطائر ديدالوس، تلك الشخصية الأسطورية التي كانت تعيش في اليونان القديمة، ظل حلم التحليق في الفضاء مثل الطيور يراود الناس، حتى إنه على مدى قرون اعتقد البعض أنه يمكنهم الطيران عن طريق محاكاة الطيور وأجنحتها الخفاقة. وفي العصور الوسطى، حاول بعض المتهورين ربط أجنحة إلى أجسادهم ثم قفزوا في الهواء من فوق برج أو قمة جرف ـ فقط ليلاقوا مصيرهم الحتمي وهو الارتطام بالأرض. وبعد ذلك، وفي القرن الخامس عشر، أعمل المفكر والفنان البارع ليوناردو دا فنشي فكره في كشف أسرار الطيران. ومثل غيره، كان ليوناردو دا فنشي يعتقد أن الناس يمكنهم تعلم الطيران من الطيور، ولكنه اكتشف أن ذراعي الإنسان أضعف من أن تستطيعا أن تخفقا بجناحين لمدة طويلة، ولذا فقد وضع رسومًا تخطيطية لماكينات خفق الجناحين أو ما أطلق عليه اسم «الأورنيثوبتر». وبعد مرور عدة قرون، اكتشفت تلك الرسوم التخطيطية في مفكراته. وبحسب ما وصل إلينا، لم يحاول ليوناردو قط صنع تلك الماكينات، وللأسف، ما كانت هذه الماكينات لتطير على أية حال، فإن محاكاة الطيور في تحليقها أمر يفوق تصورات دافنشي تعقيدًا، إلا أن أفكاره ربما تكون أولى المحاولات العلمية لاختراع الطائرات.

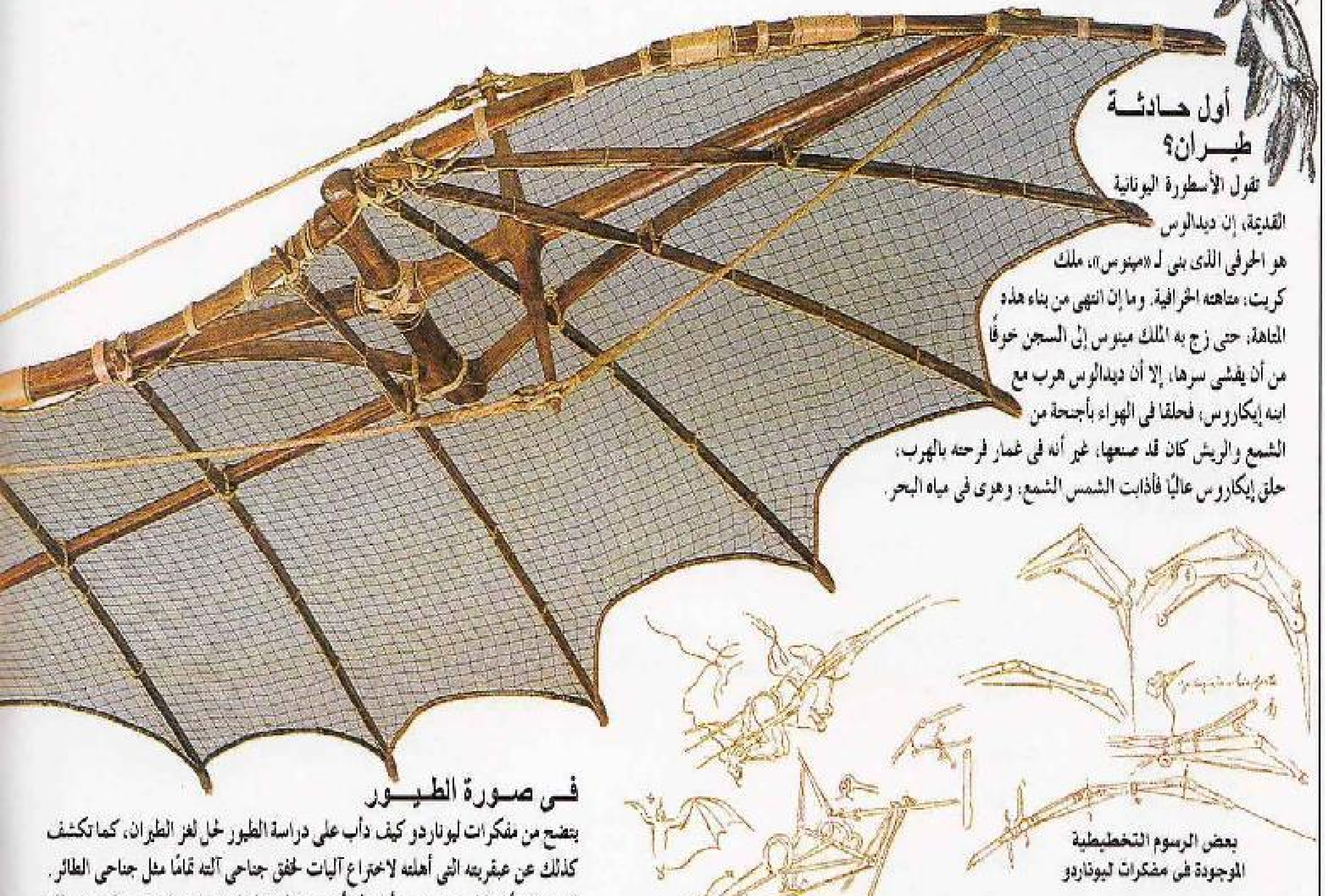


البـط الطائـر

في عام 1678، حاول صانع أقفال فرنسي، أطلق عليه اسم بسنيير التحليق بأجنحة، تعمل كأقدام البطة المكففة، ومن حسن طالعه أنه هبط حيًّا.

أول حـادثـة طيـران؟

تقول الأسطورة اليونانية القديمة، إن ديدالوس هو الحرفي الذى بنى لـ «مينوس»، ملك كريت، متاهته الخرافية. وما إن انتهى من بناء هذه المتاهة، حتى زج به الملك مينوس إلى السجن خوفًا من أن يفشي سرها، إلا أن ديدالوس هرب مع ابنه إيكاروس، فحلقا في الهواء بأجنحة من الشمع والريش كان قد صنعها، غير أنه في غمار فرحته بالهرب، حلق إيكاروس عاليًا فأذابت الشمس الشمع، وهوى في مياه البحر.



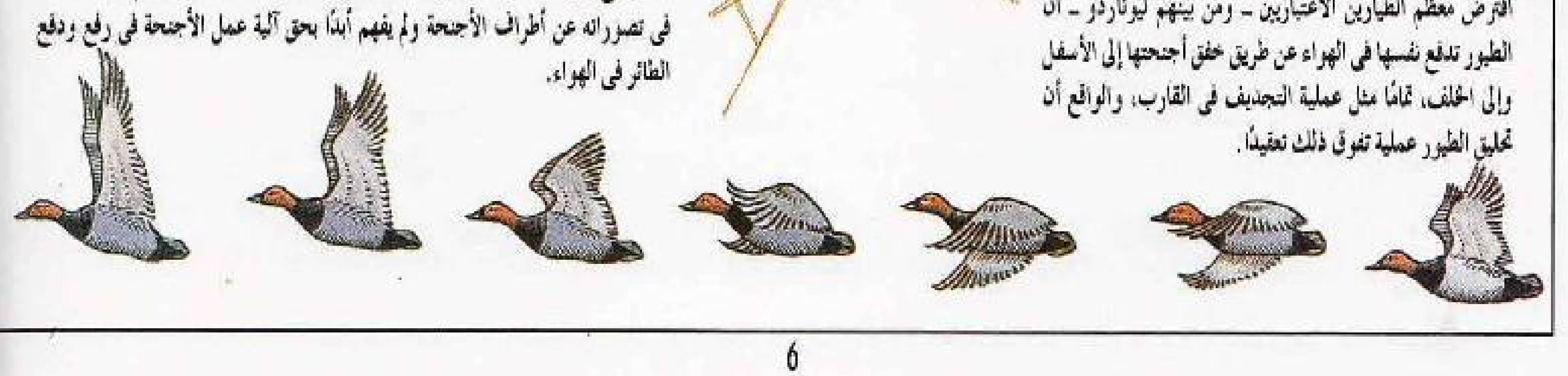
بعض الرسوم التخطيطية الموجودة في مفكرات ليوناردو

فـي صـورة الطيـور

يتضح من مفكرات ليوناردو كيف دأب على دراسة الطيور لحل لغز الطيران، كما تكشف كذلك عن عبقريته التي أهلته لاختراع آليات لخفق جناحي آلته تمامًا مثل جناحي الطائر. لقد اعتقد أن الطيور تستخدم أطراف أجنحتها لضغط الهواء ثم تدفعها مع الهواء، ولذا فقد وضع رسومًا لمفصلات وبكرات معقدة تمسك بأطراف الأجنحة بإحكام. ولكنه أخطأ في تصوراته عن أطراف الأجنحة ولم يفهم أبدًا بحق آلية عمل الأجنحة في رفع ودفع الطائر في الهواء.

كيـف تحلـق الطيـور؟

افترض معظم الطيارين الاعتباريين ـ ومن بينهم ليوناردو ـ أن الطيور تدفع نفسها في الهواء عن طريق خفق أجنحتها إلى الأسفل وإلى الخلف، تمامًا مثل عملية التجديف في القارب، والواقع أن تحليق الطيور عملية تفوق ذلك تعقيدًا.



سفـن الهـواء

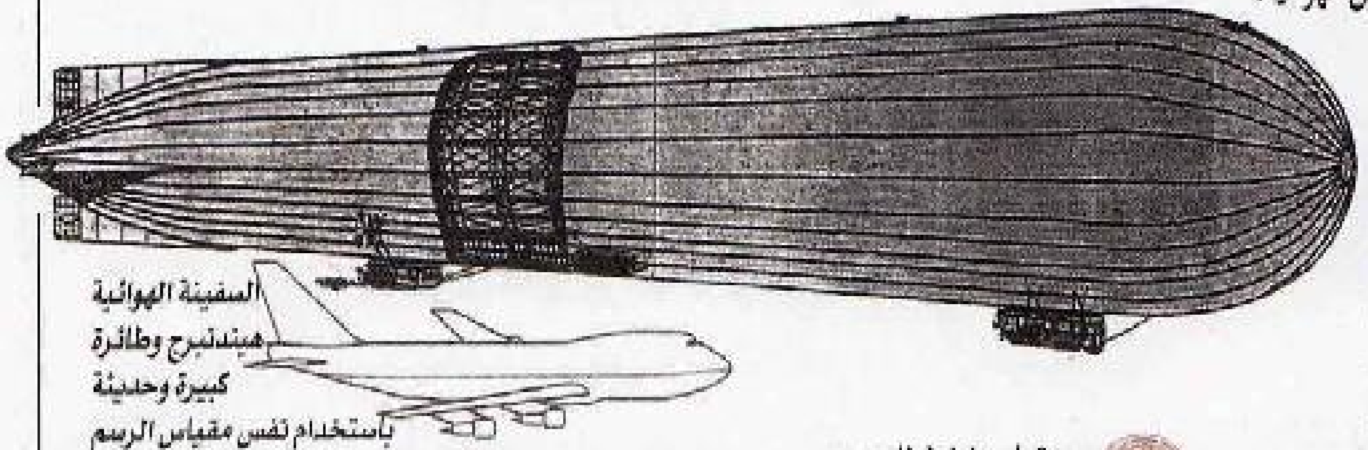
كانت مشكلة المنطاد هى أنه يتجه حيث تقوده الرياح. لذا ففى عام 1852 صنع هنرى جيفارد منطادًا على هيئة سيجار وأداره بمحرك بخارى محيلاً إياه إلى منطاد قابل للتوجيه أو منطاد سيار. وفيما بعد استخدمت محركات البنزين والأغلفة ذات الأكياس الهوائية الصلبة. وكانت مثل هذه السفن الهوائية أول طائرات كبيرة. ومع حلول عام 1920، أقلت سفن الهواء الكبيرة البشر عبر الأطلنطى على غرار عابرات المحيطات. إلا أن سلسلة من الحوادث التى نتجت عن قابلية غاز الهيدروجين للاشتعال وضعت نهاية لمثل هذه السفن الهوائية.

سفن فى الليل

كانت رؤية تلك السفن الهوائية الكبيرة تجوب قلب المدينة فى الليل مبعثًا على الرعب.

زيبيلين (الصورة فى الأسفل)

قادت الشركة الألمانية زيبلين العالم نحو عصر صناعة السفن الهوائية، إلا أن عملاقتها: تلك السفينة التى بلغ طولها 245 مترًا (800 قدم)، والتى أطلق عليها اسم هيندنبرج، دمرت فى حادث مروع وقع عام 1937 وأسفر عن مصرع 35 راكبًا.



السفينة الهوائية هيندنبرج وطائرة كبيرة وحديثة باستخدام نفس مقياس الرسم

التحليق عاليًا

شاعت سباقات المناطيد فى أواخر القرن التاسع عشر، حتى إن الملاحين الجويين المحترفين كانوا يعتلون طوق الحمل فى أغلب الأحيان لترك متسع لزبائنهم الذين كانوا يستقلونه بغرض المتعة.

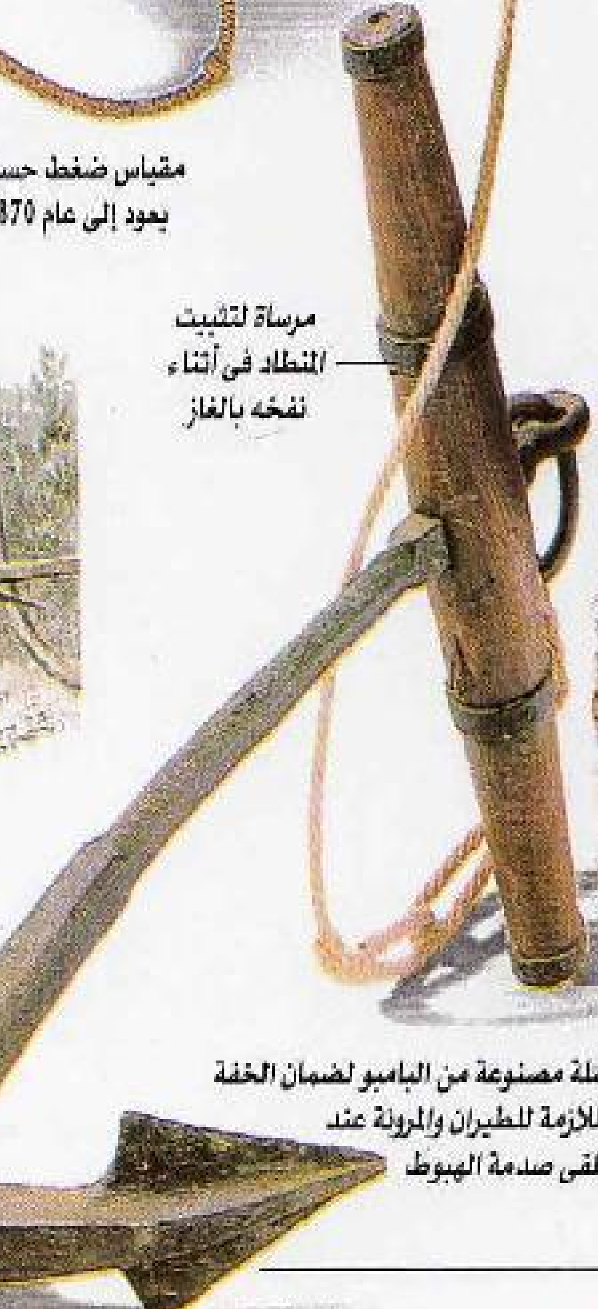
مقياس ضغط للجيب يعود إلى عام 1909

إلى أعلى وأسفل (الصورة إلى اليمين)

للحفاظ على ثبات ارتفاع المنطاد: كانت أحمال من الرمال تطرح من المنطاد للتعويض عن تسريب الغاز من كيسه، إلا أن الاتزان كان ضعيفًا، فقد أدى إلقاء الكثير من الرمال إلى صعود المنطاد، مما كان يجبر الملاحين الجويين على تسريب المزيد من الغاز ليس فقط لإنزال المنطاد وإنما أيضًا لأن الغاز يتمدد على ارتفاعات كبيرة ولذا كان يجب إطلاقه، كان طرح أحمال الرمال المستمر وكذا تهوية الغاز يؤديان إلى قصر مدة الرحلة، ولذا فقد حمل ملاحو المناطيد الأوائل مقاييس حساسة للضغط لمعرفة ما إذا كانت المناطيد تعلو أم تنخفض.

مقياس ضغط حساس يعود إلى عام 1900

مقياس ضغط حساس يعود إلى عام 1870



مرساة لتثبيت المنطاد فى أثناء نفخه بالغاز

سلة مصنوعة من البامبو لضمان الخفة اللازمة للطيران والمرونة عند تلقى صدمة الهبوط

صنع الغاز

صنع غاز الهيدروجين الذى استخدم فى ملء المنطاد من خلال تقطير حمض الكبريتيك على خراطات حديدية داخل آلة غريبة مثل هذه.

جهاز الكشف عن الغاز

غاز الهيدروجين قابل للاشتعال للغاية إلى درجة أنه كان من الضرورى التأكد من عدم حدوث أى تسرب للغاز، وكان ذلك المقياس يكشف عن وجوده.

أخف من الهواء

لم يكن ما يشبه جناحى الطائر هو ما أقل البشر بعيدًا للمرة الأولى، وإنما كان منطادًا من الهواء، فقد اعتقد البشر أن منطادًا مملوءًا بغاز أخف من الهواء يمكنه أن يسبح فى الهواء كما تسبح السفن فى الماء، ولكن المشكلة كمنت فى العثور على هذا الغاز. وفى الواقع أن أول الحلول ببساطة كان الهواء الساخن ـ ذلك أنه أقل كثافة من الهواء البارد.. وقد كان، ففى عام 1783، صنع الأخوان الفرنسيان مونتجولفيه منطادًا هائلاً من الورق وملآه بالهواء الساخن. أصاب الفرنسيون الذهول حينما رأوا المنطاد يرتفع فى الهواء مقلاً الرجلين. وفى أقل من أسبوعين، حلق منطاد تاريخى آخر فى سماء باريس، صنع على يد جاك تشارلز، و م. روبير، إلا أنهما ملآ منطادهما المصنوع من الحرير المطاطى بغاز الهيدروجين بدلاً من الهواء الساخن فى هذه المرة، والذى أثبت جدارته فى الاستخدام لاحقًا.

أول رحلة جوية

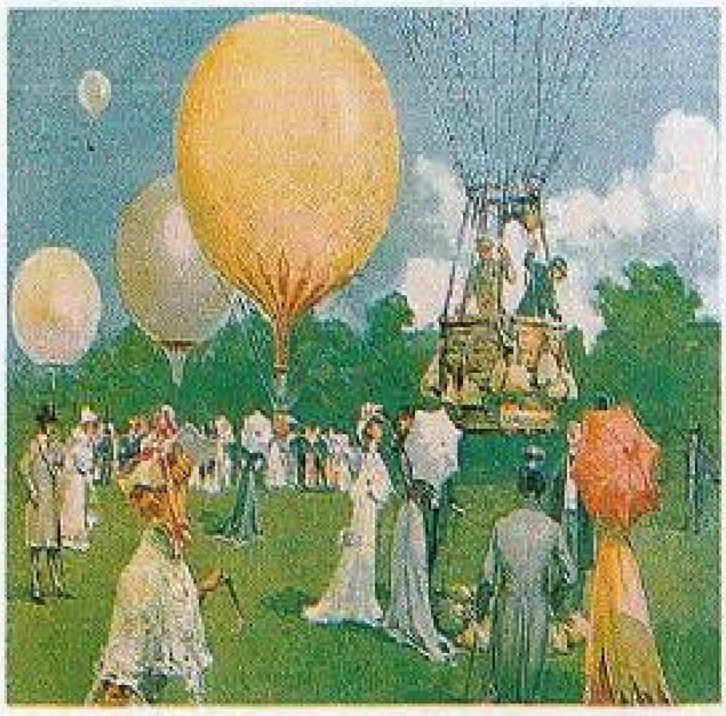
فى الحادى والعشرين من نوفمبر عام 1783، صار فرانسوا دى روسيه وماركيز أرلانديه أول ملاحين جويين فى العالم، حيث أقلهما منطاد الأخوين مونتجولفيه ذو اللونين الأزرق والذهبى فى سماء باريس.

جنون المناطيد

أصاب المجتمع الباريسى الجنون من جراء استخدام هذا المنطاد، وقد حاولوا استغلال هذا الأمر الذى عُد من العجائب فى ذلك العصر: مثل شريحة ذلك الفانوس السحرى، حيث يوهمك سحب الجزء الداخلى منه أن المنطاد يرتفع فى الهواء.

رائع

شهد ما يزيد على 400,000 شخص الرحلة الجوية التاريخية التى قام بها كل من شارل وروبير، والتى خلدت ذكراها على هذه المروحة.



التسلق الاجتماعى

وفى أواخر القرن التاسع عشر، صار ركوب المناطيد رياضة فى المجتمعات الراقية، وصار الأثرياء يتبارون فى المسافات التى يقطعونها وكذلك فى الارتفاعات التى يمكنهم بلوغها.

هبوط آمن

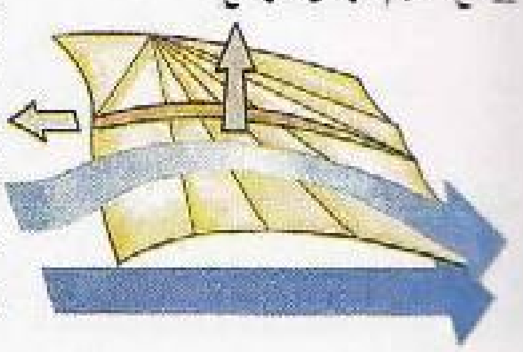
فى البداية كانت المناطيد ترتطم بالأرض مسببة الغثيان للراكبين، حتى إن بعضهم حمل معه وسادات من الخوص مثبتة أسفل سلة المنطاد للتخفيف من أثر صدمة الهبوط.

منطاد الغاز

كانت المناطيد التى تعمل بالغاز شائعة الاستخدام على مدار القرن الـ 19 وذلك لأن الرحلات كانت تدوم لساعات طويلة، بخلاف الرحلات التى كانت تعتمد على تسخين الهواء بشكل مؤقت والتى كانت تنتهى بمجرد أن يبرد الهواء. تمتع راكبو المنطاد بنظامين للتحكم فى المنطاد الأول: نظام تسريب الغاز من خلال صمام مثبت على قمة المنطاد بغرض الهبوط، والثانى: نظام لتفريغ المنطاد فور هبوطه بأمان على الأرض.

حادث مأساوى

وللأسف، لقى ليلينثال مصرعه فى عام 1896 أثناء قيادته لإحدى طائراته الشراعية. ولكن الحادث لم يقع داخل البلدة كما تشير هذه الصورة ولكنه وقع فى سماء البلاد المفتوحة بالقرب من برلين، عندما أفقدته عصفة ريح السيطرة على طائرته الشراعية.



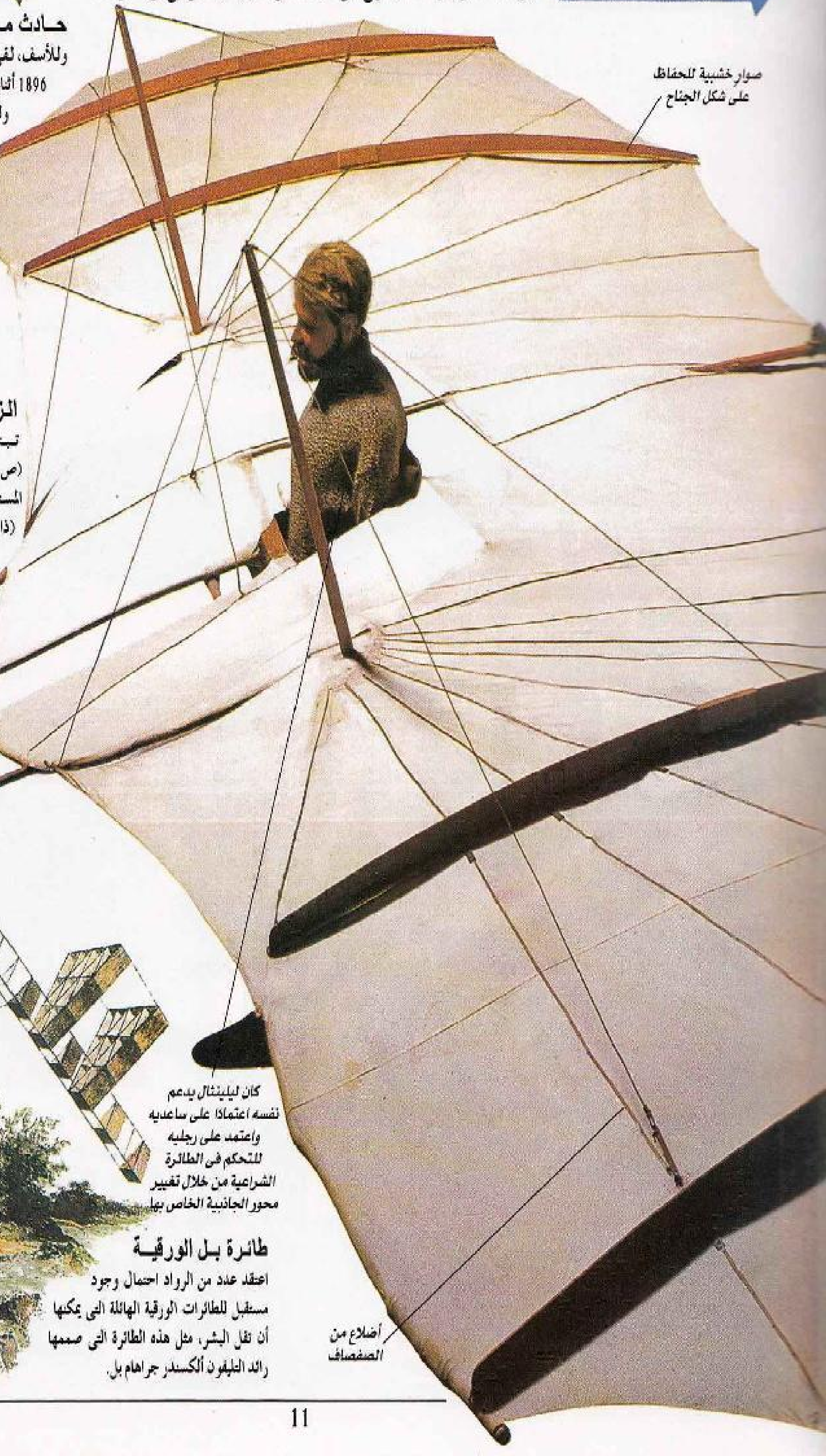
جناح يتحرك من اليسار إلى اليمين ويتضح اتجاه انسياب الهواء باللون الأزرق بينما يوضح السهم الرأسى الارتفاع

آلية عمل الجناح

يرتفع الجناح عن طريق الهواء المنساب أعلاه وأسفله فى أثناء اختراقه للهواء، فيزيد الهواء المندفع من أعلى من السرعة كما أنه يتمدد، بحيث ينخفض الضغط فى هذه الحالة، أما الهواء المنساب إلى أسفل فيتسبب فى انخفاض السرعة، فيرتفع الضغط، ولذا فواقع الأمر هو أن الجناح يمتص من أعلى ويدفع من أسفل. ولذا يمكن لأى لوح مسطح أن يرتفع قليلاً، إلا أن الرواد الأوائل أمثال ليلينثال اكتشفوا أن أفضل الأسطح هى الأسطح المقوسة أو المحدبة. واليوم صارت الأجنحة أكثر سمكًا كما زادت فعاليتها كثيرًا عن تلك التى صنعها الرواد الأوائل، فقد ساعدت الأبحاث التى أجريت بواسطة الحاسوب وكذا أنفاق الريح على تحديد الشكل المثالى بالنسبة لكل نوع من الطائرات.

الزوج المعزز

تبنى الأخوان رايت (ص 14) فكرة البناء المعزز المستخدم فى هذه الطائرة المزدوجة (ذات الجناح المزدوج) التى صنعها الفرنسى الأمريكى أوكتاف شانوت فى منتصف التسعينيات من القرن التاسع عشر.



صوار خشبية للحفاظ على شكل الجناح

طوق من الصفصاف لامتصاص الصدمات

كان ليلينثال يدعم نفسه اعتمادًا على ساعديه واعتمد على رجليه للتحكم فى الطائرة الشراعية من خلال تغيير محور الجاذبية الخاص بها.

أضلاع من الصفصاف

طائرة بل الورقية

اعتقد عدد من الرواد احتمال وجود مستقبل للطائرات الورقية الهائلة التى يمكنها أن تقل البشر، مثل هذه الطائرة التى صممها رائد التليفون ألكسندر جراهام بل.

التحليق عاليًا

للوهلة الأولى، بدا أن مستقبل الطيران محصور فى المناطيد وفى تلك المركبات التى تعمل بغاز أخف من الهواء، إلا أن المهندس البريطانى السير جورج كايلى، وجّه فكره إلى غير ذلك. فقد كان مقتنعًا أن الجناحين سيحملان البشر عبر الهواء ذات يوم، وما دفعه إلى هذا الاعتقاد وألهمه به كانت لعبة معتادة، وهى الطائرة الورقية. فقد أجرى كايلى تجارب مبتكرة باستخدام الطائرات الورقية والتى علمته الكثير عن كيفية رفع الجناحين فى الهواء، حتى إنه استطاع أن يصنع نسخة فى حجم الإنسان، وكانت تلك أول طائرة شراعية بحق فى العالم. وبعد ذلك بفترة وجيزة، جرب طيارون اعتباريون حظهم مع هذه الطائرات الشراعية، إلا أن تجاربهم كانت تصيب تارة وتخيب تارة أخرى، فلم تكن لديهم فكرة حقيقية عن كيفية التحكم فى الطائرة فى الهواء. وبعدها وفى العقد العاشر من القرن التاسع عشر صنع شاب ألمانى شجاع اسمه أوتو ليلينثال، سلسلة من الطائرات الشراعية الصغيرة والضعيفة، والتى تشبه الطائرات الشراعية الحديثة إلى حد كبير، ونجح من خلالها فى تنظيم رحلات موجهة ومنتظمة، وقد أثبت هذا المثال أهميته، فعد بذلك «أول ملاح جوى بحق فى العالم».

أقـدم الطـائـرات

حلقت الطائرات الورقية فى سماء الصين منذ ما يزيد عن 3,000 سنة مضت، ووصلت إلى أوروبا من هناك فى القرن الرابع عشر.

التحليق بالطائرات الشراعية فى الهواء

نشرت صور ليلينثال وطائراته الشراعية حول العالم، وصارت إلهامًا لجميع المحاكين. وكانت مقاربته الطيران علمية للغاية، فقد درس كل مشكلة بعين تحليلية واختبر الحلول بعين نقدية. وأصر على أن الطيار يجب أن يتعلم التحليق أولاً «أن يفهم طبيعة الهواء جيدًا» كخطوة أساسية قبل الاتجاه نحو صنع موتور- وقد استفاد الأخوان رايت كثيرًا من هذه النصيحة التى شكلت أول خطوة على طريق نجاحهما. (ص 12).

نسخة مطابقة لطائرة ليلينثال الشراعية رقم 11 والتى صنعها فى عام 1895

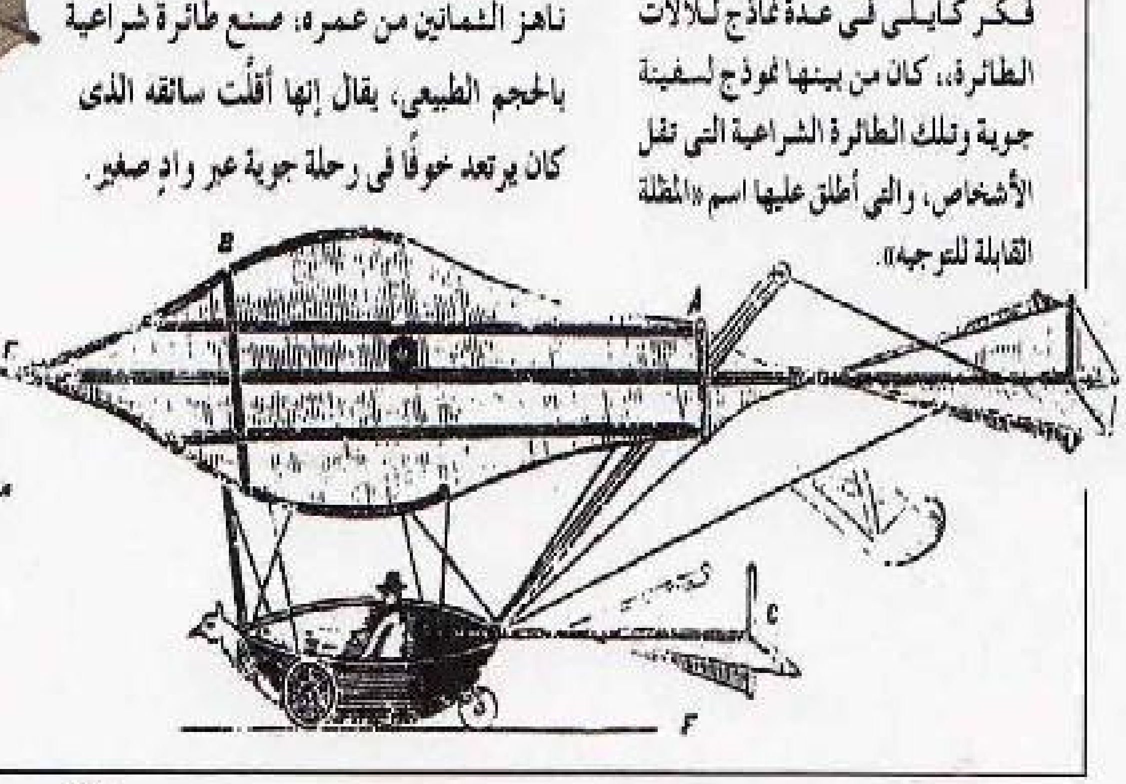
السـير جـورج كايلـى

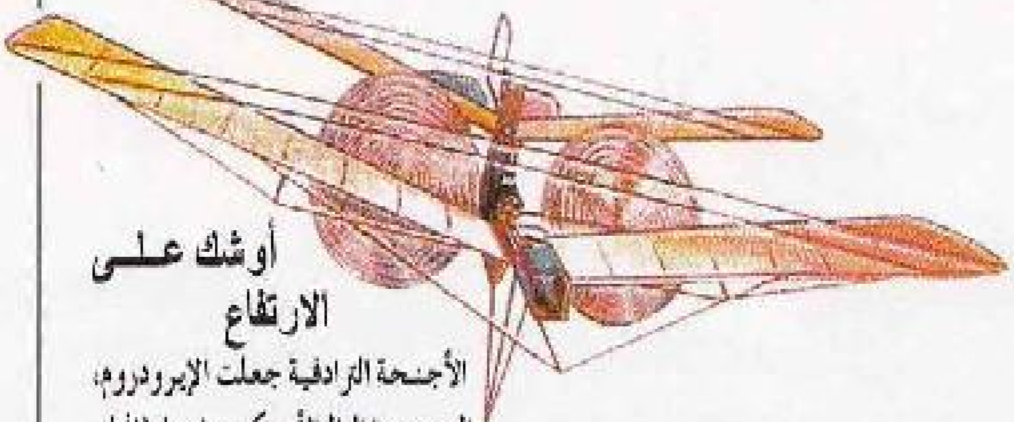
يعود الفضل فى اختراع الطائرة إلى المجهود الرائد الذى بذله البارون الإنجليزى السير جورج كايلى (1773-1857). فقد كان كايلى هو أول من اكتشف كيفية عمل الأجنحة، حتى إن جميع الطائرات الحديثة تعتمد بالدرجة الأولى على نموذج الطائرة الشراعية التى تشبه تلك الطائرات الورقية التى صنعها فى عام 1804، بجناحها الأمامى ذى الزاوية المرتفعة وذيلها الذى يحقق التوازن للطائرة. وفى عام 1853، وكان قد ناهز الثمانين من عمره، صنع طائرة شراعية بالحجم الطبيعى، يقال إنها أقلّت سائقه الذى كان يرتعد خوفًا فى رحلة جوية عبر وادٍ صغير.

السير جورج كايلى

أفكار الطائرات (الصورة أدناه)

فكر كايلى فى عدة نماذج للآلات الطائرة،، كان من بينها نموذج لسفينة جوية وتلك الطائرة الشراعية التى تقل الأشخاص، والتى أطلق عليها اسم «المظلة القابلة للتوجيه».





أوشك على الارتفاع

الأجنحة الترادفية جعلت الإيرودروم، التي صنعها العالم الأمريكي صامويل لانجلي أكثر ثباتًا على عكس الطائرة يول التي صنعها أدر. وفي عام 1896، طار نموذج مدار بالبخار مسافة 1 كم (أي ما يعادل 0,6 ميلا). وبعد مرور سبعة أعوام، صنع لانجلي نسخة بالحجم الطبيعي تدار بمحرك البنزين الجديد، إلا أنها تحطمت مرتين لدى إقلاعها.

قفزة طفيفة

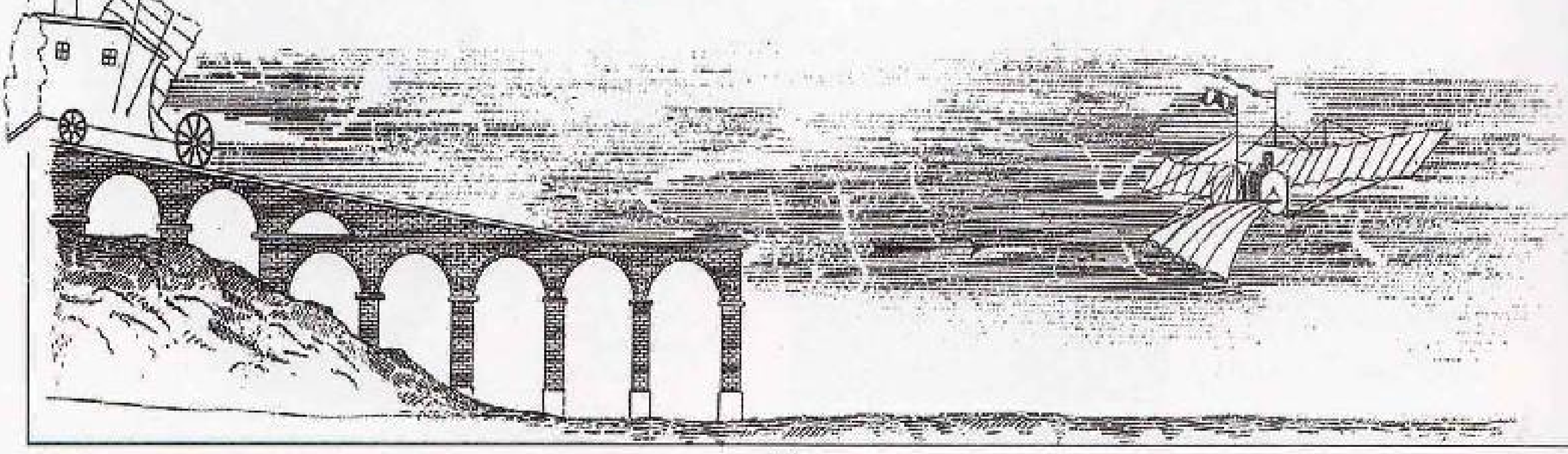
وفي أواخر القرن التاسع عشر، تطورت المحركات البخارية بقدر معقول، وربما يكون المهندس الفرنسي كليمنت أدر قد أقلع لفترة وجيزة في طائرته البخارية التي تشبه الوطواط، يول، وذلك في عام 1890.

الطائرة البخارية

قد تبدو طائرة هنسون البخارية قديمة، إلا أن تصميمها كان عمليًا للغاية، فإن بناء الجناح المعزز بالدعامات كان آمنًا وفعالاً للغاية حتى إن العديد من العناصر المستخدمة في هذه الآلة لا تزال تستخدم حتى يومنا الحالي. فقد استخدمت بعض سماتها على نطاق واسع اليوم، ومنها الذيل المنفصل، المزود بدفة اتجاه ورافعة وكذلك الأجنحة المقوسة. وربما تمكنت هذه الطائرة بالفعل من الطيران لو كان مصدر الطاقة مناسبًا.

الطيران حول العالم

كان هنسون رجلاً يتمتع برؤية ثاقبة، فلكي يتمكن من جمع الأموال اللازمة لصنع طائرة بالحجم الطبيعي: أسس شركة للنقل بالطائرات البخارية، وأصدر كتيبًا صغيرًا يشرح فيه كيف سيتمكن الناس من الذهاب في رحلات حول العالم في تلك المركبات. واحتوى هذا الكتيب رسومًا تفصيلية لهذه الطائرات وهي تحلق فوق لندن وبومباي، حتى فوق الأهرامات. كما ظهرت في هذه الرسوم منصات إطلاق مصنوعة من الطوب وهي تشبه إلى حد كبير جسور السكك الحديدية (إلى أسفل). إلا أن أفكاره لاقت ازدراء آنذاك.

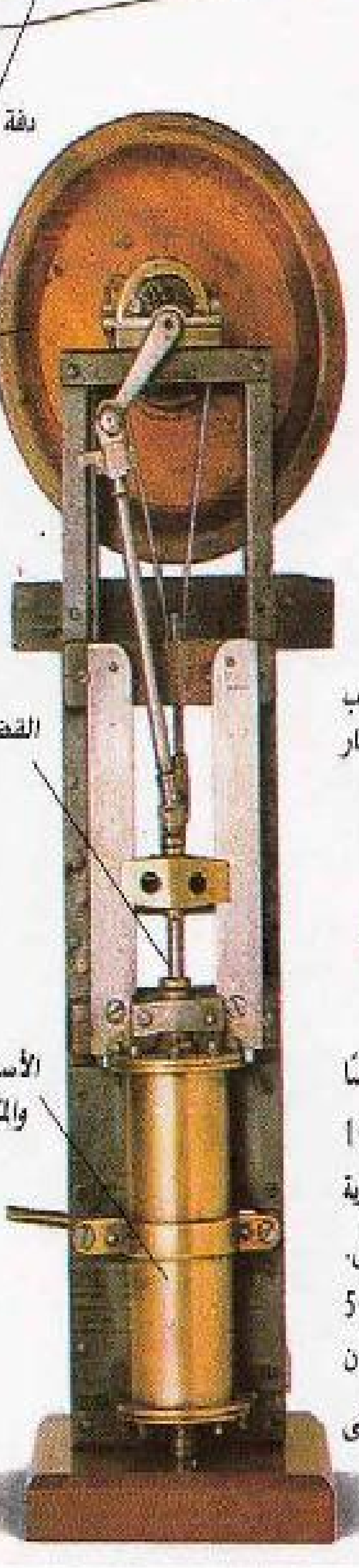


الطـائــرة ذات المحــرك

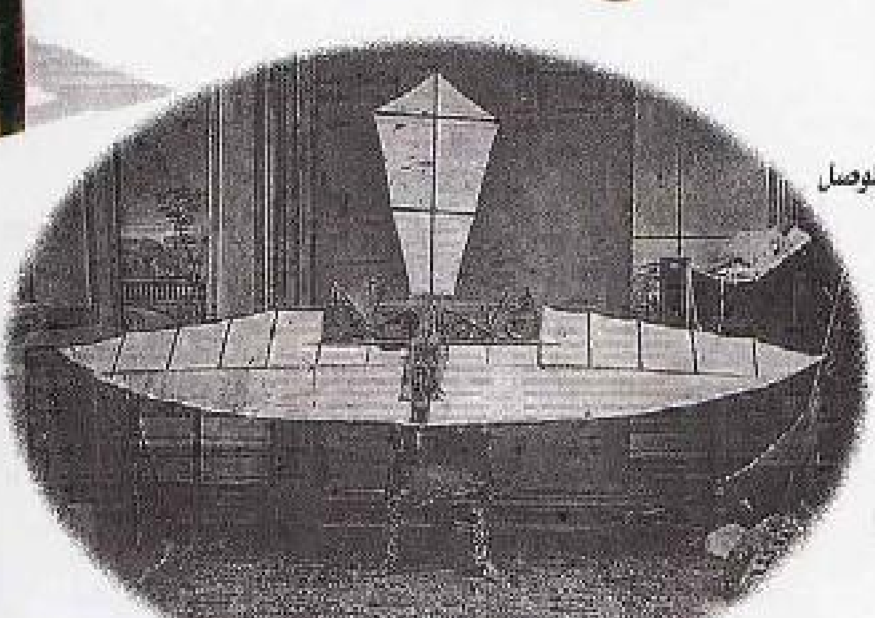
قــوة النســر
أدرك الناس منذ وقت بعيد أن الطيران يتطلب قدرات تفوق قليلاً قدرات البشر.

مع اكتشاف الطائرات الشراعية، صار الطيران على جناحين ممكنًا، ولكن ليس لمدة طويلة، فلكى تتمكن الطائرات من عبور المسافات لم يكن هناك بد من وجود محرك، ومع حلول عام 1845، تمكن الإنجليزيان ويليام هنسون وجون سترينجفيلو، من صنع نموذج فعلى لطائرة ـ مزودة بمحرك بخارى خفيف الوزن مصنوع لهذه الطائرة بعينها، وهو النوع الوحيد من المحركات الذى كان متاحًا فى ذلك الوقت، ولا أحد يعرف ما إذا كان ذلك النموذج الذى صنعاه قد تمكن من التحليق بالفعل، ولكن تجربتهما أظهرت أن فكرة الحصول على طائرة تعمل بمحرك لم تعد حلمًا.

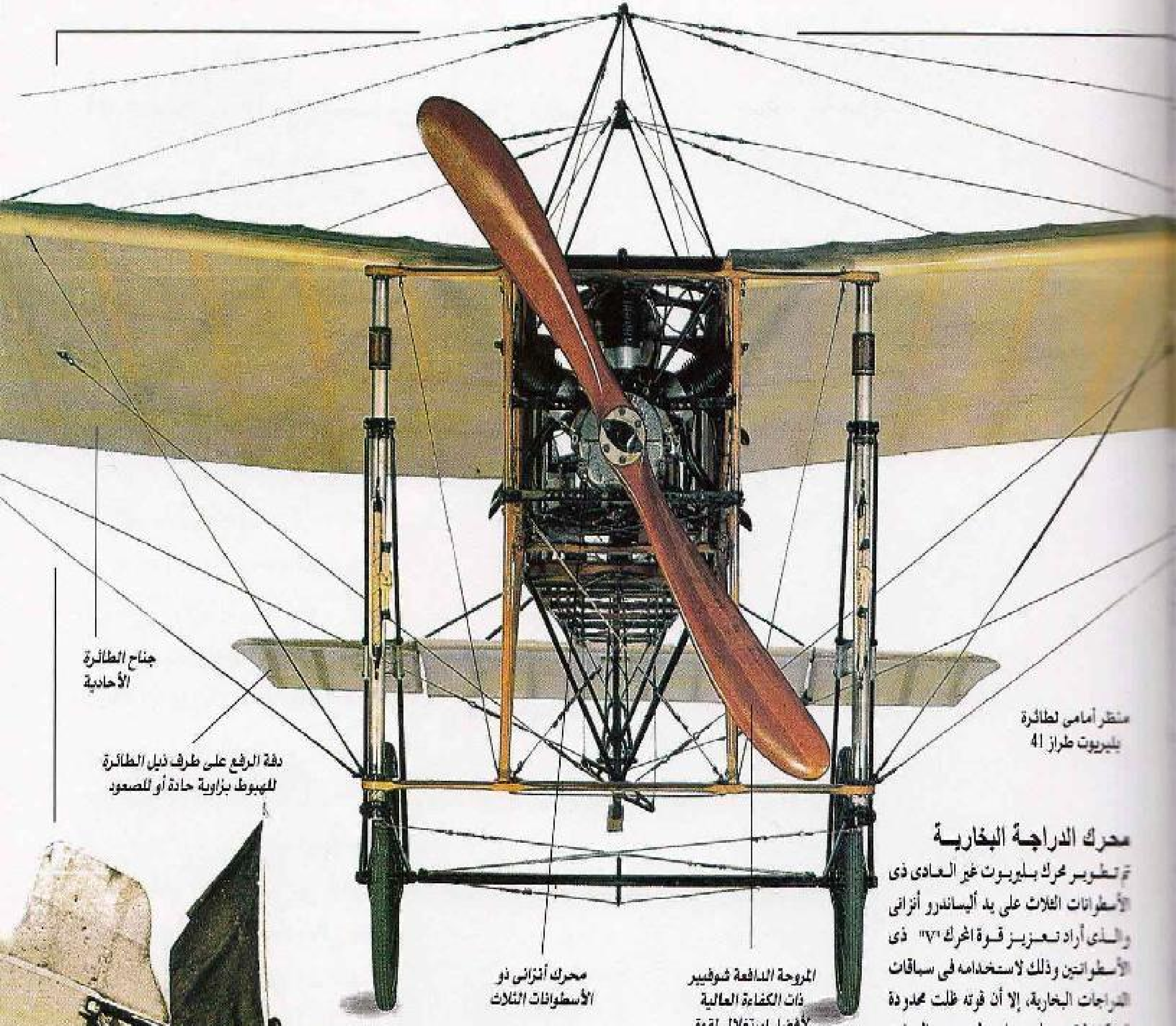
وعلى مدار السنوات الخمسين التالية، حاول العديد من المهندسين المبتكرين رفع هذه الطائرات فى الهواء سواء النماذج أو الطائرات بحجمها الطبيعى. ولكن المحركات البخارية لم تفلح فى ذلك الأمر، فهى إما ضعيفة للغاية وإما ثقيلة للغاية، ولذا ظهرت الحاجة إلى اختراع محركات صغيرة وقوية تدار بالبنزين حتى يتحول حلم الطـائـرات ذات المحرك إلى حقيقة.



طـاقـة البخـار
صنع كل من هنسون وسترينجفيلو محركًا بخاريًا خفيف الوزن خصيصًا لنموذجهما، مزودًا بغلاية لا يزيد طولها عن 25سم (أى ما يعادل 10 بوصات). واستمد المحرك الحرارة اللازمة له من نفطة أو من غلاية نشطة، وكان البخار يرتفع فى صف من الأنابيب المخروطية الشكل. (كان من المفترض أن تحتوى نسخة الحجم الطبيعى للمحرك على 50 أنبوبًا من هذا الشكل، ولكن لم يُصمم هذا المحرك على الإطلاق). وكان البخار يدفع المكبس لأعلى وأسفل، فتدور بذلك البكرة الخشبية، التى تدير بدورها مروحتى الدفع بواسطة رباط دفع مجدول.



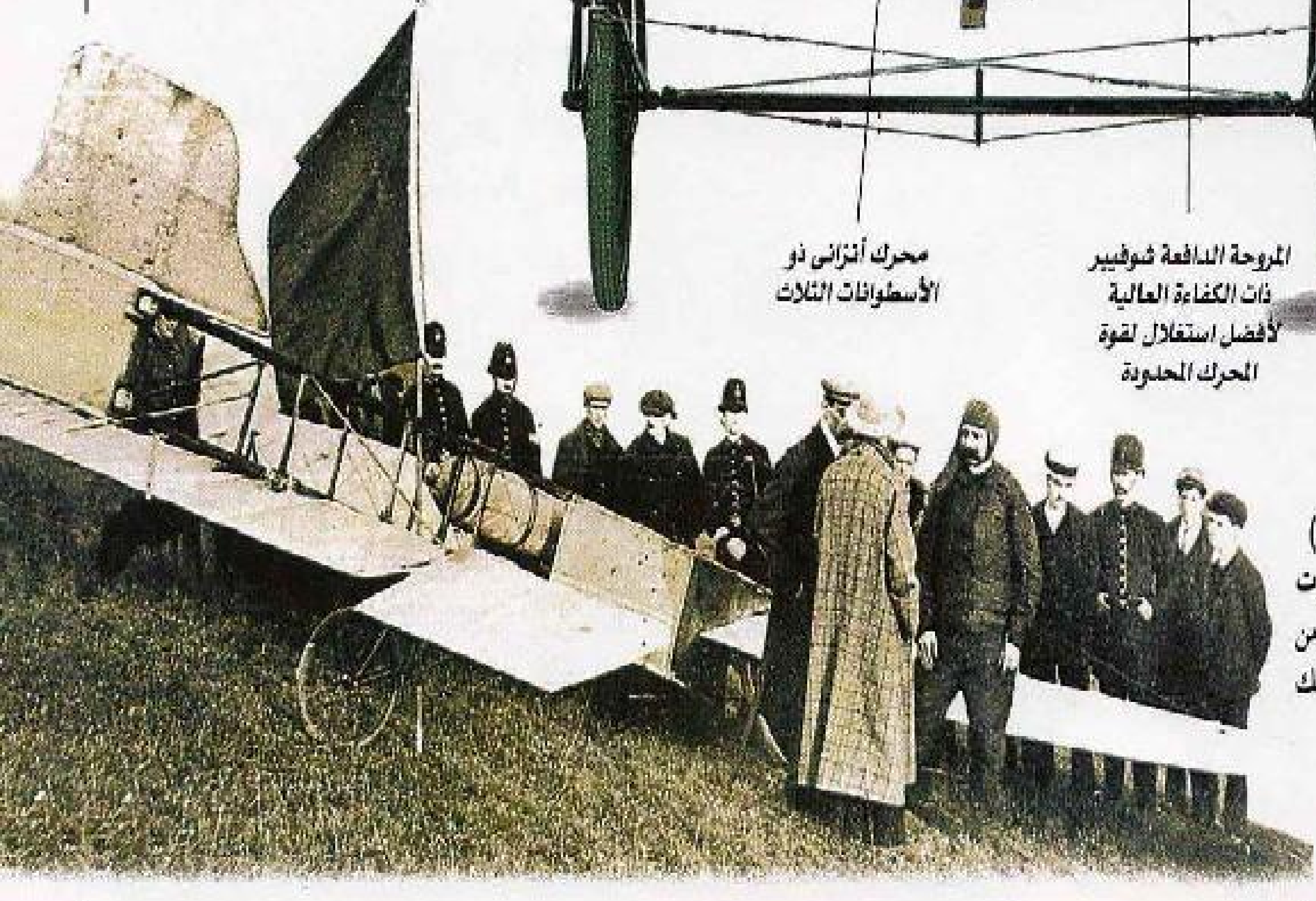
هـل طـارت بالفـعـل؟
صنع سترينجفيلو نموذجًا آخر فى عام 1848، ولإطلاقه وضعه على سلك منحدر مسافة 10 أمتار (أى ما يعادل 30 قدمًا) ثم أطلقه فور تشغيل المحرك. وتقول بعض الروايات إن النموذج كان يشبه بالفعل الطائرات ذات المحرك، فقد ارتفع قليلاً وذلك قبل أن يصطدم بالحائط.



منظر أمامى لطائرة
بليريوت طراز 41

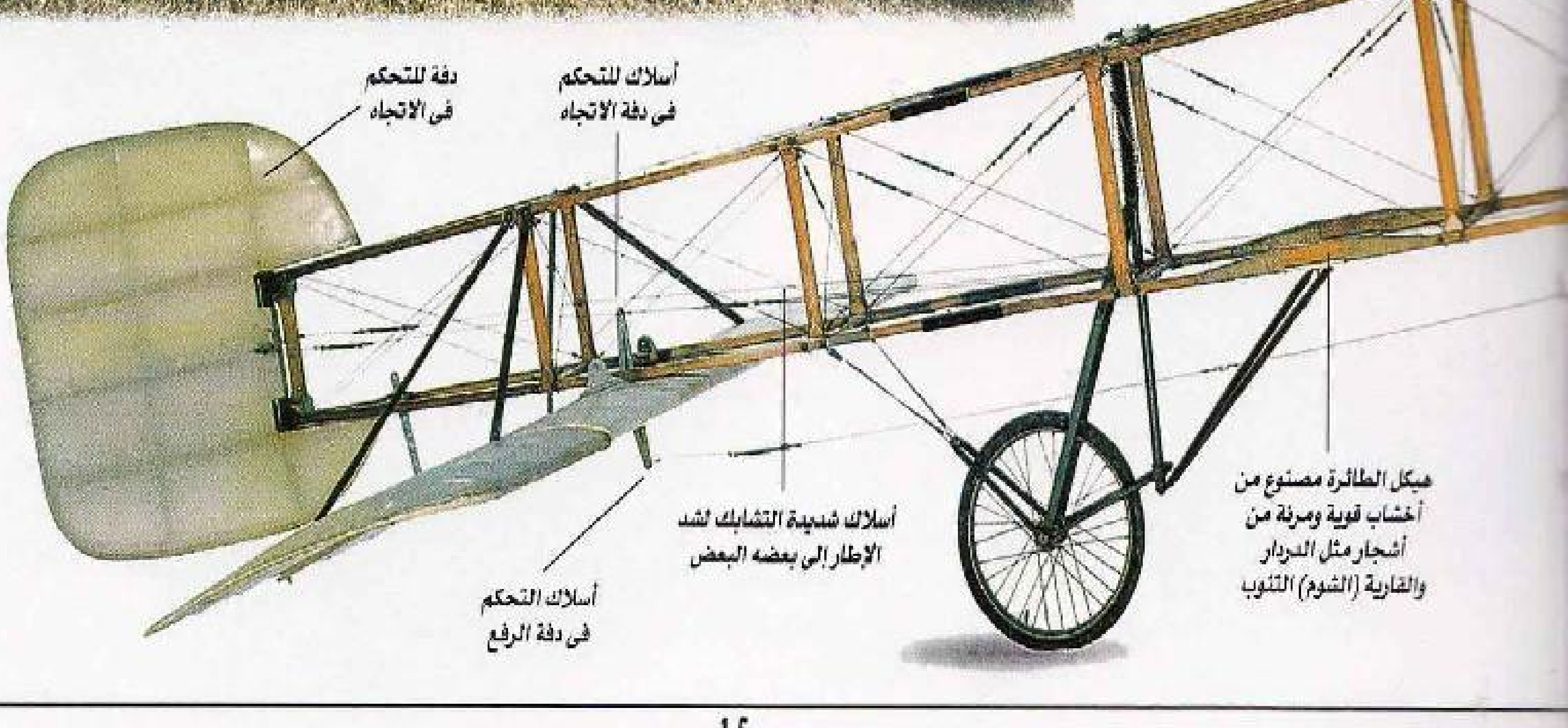
محرك الدراجة البخاريــة

تم تطويـر محرك بـليريـوت غير الـعادى ذى الأسطوانات الثلاث على يد أليساندرو أنزانى والـذى أراد تـعـزيـز قـوة المحرك "V" ذى الأسطوانتين وذلك لاستخدامه فى سباقات الدراجات البخارية، إلا أن قوته ظلت محدودة فما كان ليقوى على حمل بيرليوت عبر البحار.



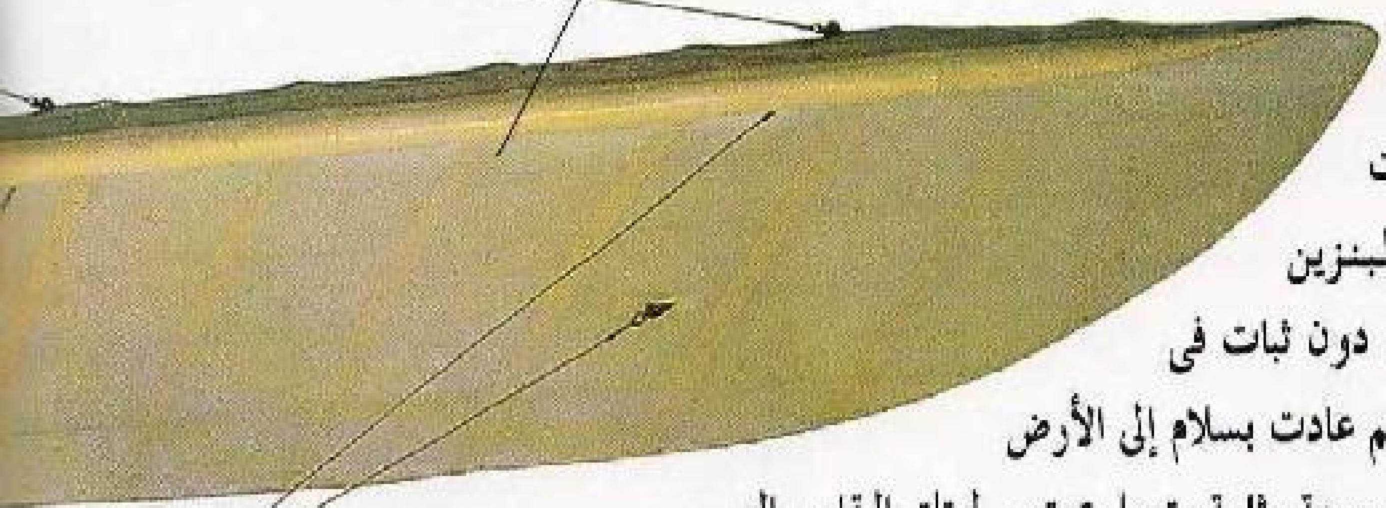
عقب العبـور (الصورة إلى الشمال)

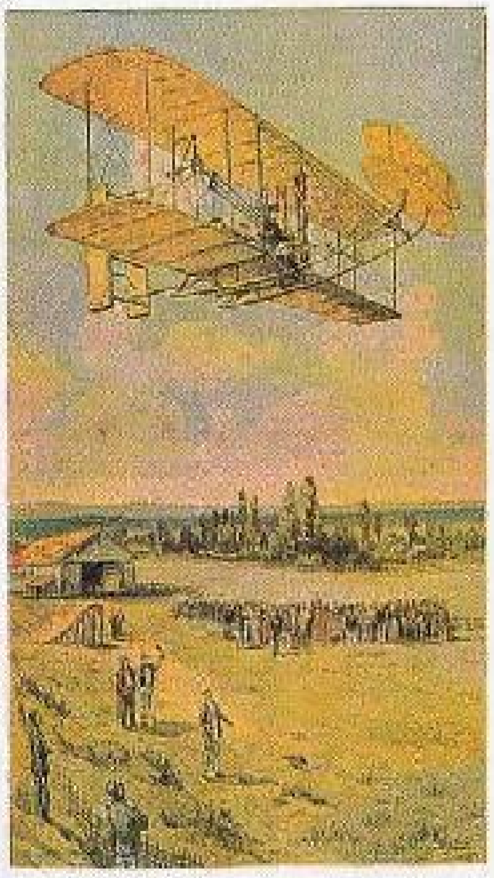
عقب عبوره بحر المانش الإنجليزى، أصبح بلويوت من المشاهير بين عشية وضحاها، وقد تلقى أكثر من 100 طلب على الطائرة طراز XI ليصبح بذلك أول صانع للطائرات على نطاق واسع.



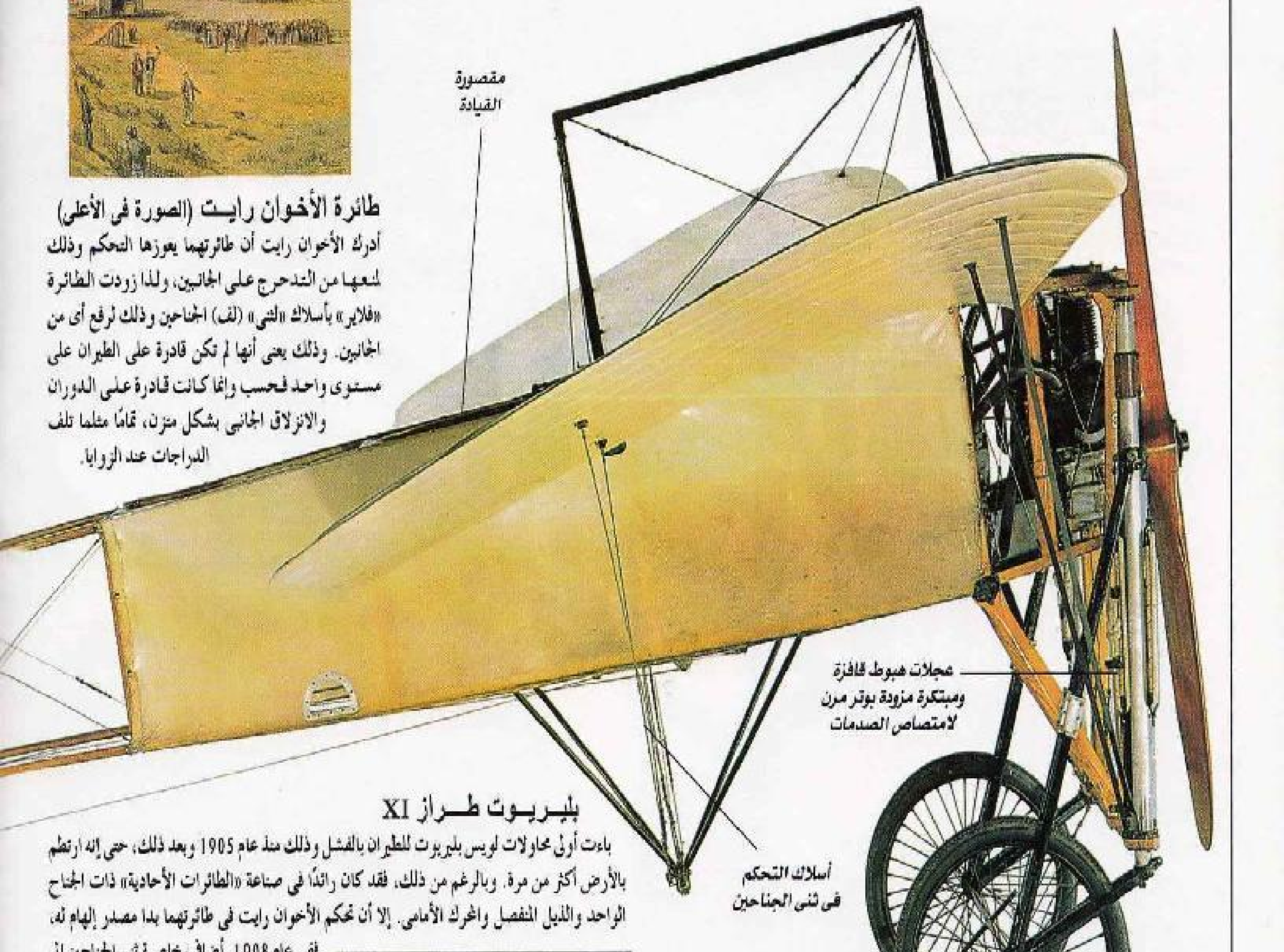
أولـــى الطـــائـــرات

فى أحد الأيام الباردة من شهر ديسمبر عام 1903، وتحديدًا فى كيتى هوك شرقى الولايات المتحدة، حلقت الطائرة ذات المحرك المدار بالبنزين والتى صنعها الأخوان أورفيل وويلبور رايت دون ثبات فى الجو، وطارت مسافة 40 مترًا (120 قدمًا)، ثم عادت بسلام إلى الأرض ثانية، وبذلك تحققت أول رحلة جوية بطائرة موجهة وثابتة وتعمل بموتور. لم تلق التقارير التى ترددت فى أوروبا عن رحلة الأخوان رايت تصديقًا فى بداية الأمر، إلا أن نجاحهما لم يكن محض المصادفة، وإنما كان ثمرة دأبهما على تطوير تصميماتهما بمنهجية وخاصة مهارتهما فى الطيران ـ منذ عام 1899. وعندما جلب ويلبور الطائرة «فلاير» إلى فرنسا فى عام 1908، وضح جليًا أن الأخوان رايت قد سبقا الرواد فى أوروبا بزمان، إلا أن الطيران بدأ فى التطور السريع فى هذه الأثناء فى كل مكان وبسرعة مذهلة، حتى إن الرحلات الطويلة صارت أشبه بالأمر الروتينى، ثم فى عام 1909، طار لويس بليريوت فى واحدة من طائراته الصغيرة الأنيقة مسافة 41 كم (26 ميلاً) فوق بحر المانش الإنجليزى من فرنسا إلى إنجلترا.





طائرة الأخوان رايـت (الصورة فى الأعلى)
أدرك الأخوان رايت أن طائرتهما يعوزها التحكم وذلك لمنعها من التدحرج على الجانبين، ولذا زودت الطائرة «فلاير» بأسلاك «الثنى» (لف) الجناحين وذلك لرفع أى من الجانبين. وذلك يعنى أنها لم تكن قادرة على الطيران على مستوى واحد فحسب وإنما كانت قادرة على الدوران والانزلاق الجانبى بشكل متزن، تمامًا مثلما تلف الدراجات عند الزوايا.



مشهد جانبى من طائرة بليريوت طراز XI

بليـريـوت طـراز XI
باءت أولى محاولات لويس بليريوت للطيران بالفشل وذلك منذ عام 1905 وبعد ذلك، حتى إنه ارتطم بالأرض أكثر من مرة. وبالرغم من ذلك، فقد كان رائدًا فى صناعة «الطائرات الأحادية» ذات الجناح الواحد والذيل المنفصل والمحرك الأمامى. إلا أن تحكم الأخوان رايت فى طائرتهما بدا مصدر إلهام له، ففى عام 1908، أضاف خاصية ثنى الجناحين إلى طائرته والتى أثمرت نتائج مذهلة. وتلك الطائرة بليريوت طراز XI التى تظهر فى الأعلى مطابقة للطائرة التى حلق بها عبر بحر المانش الإنجليزى فى 25 يوليو، 1909 (الصورة إلى اليمين).

رأس بين السحاب

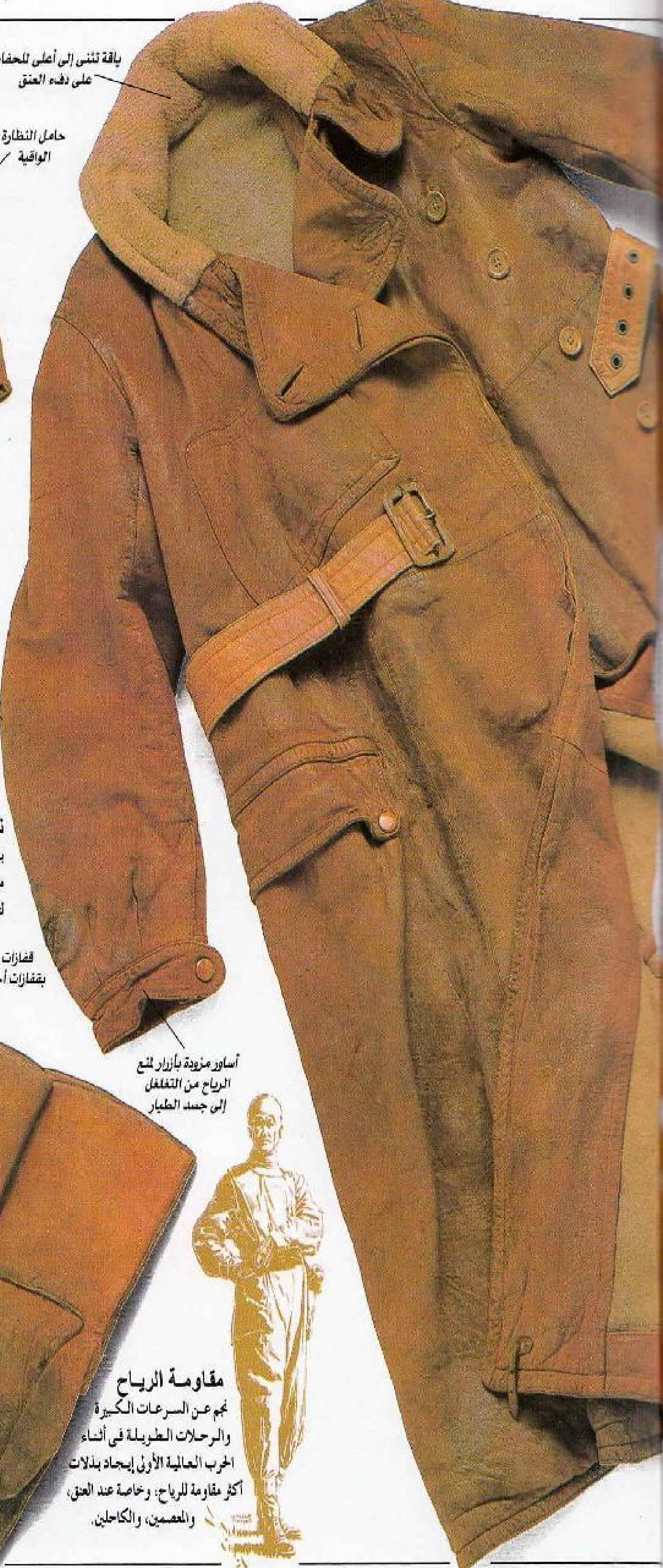
مثل هذه الخوذات التى تشبه القلنسوات والمزودة بقناع للوجه كانت تستخدم في بعض الأحيان عند التحليق على ارتفاعات كبيرة، إلا أن بعضًا ممن احترفوا الطيران كانوا يشعرون بمزيد من الإثارة عند التحليق عاليًا دون خوذة أو منظار وقاية.

نظـــارات وقـايـــة الأعــين

بالنسبة لمعظم الطيارين، كانت النظارات الواقية تحمي أعينهم في مواجهة الرياح، وهذا الزوج من النظارات ملون بلون خفيف لتخفيض شدة الضوء، كما أنه مصنوع من زجاج مقاوم للكسر.

أيـــاد فـــى الهواء

كـانت الأيـدى تظل عـاريـة فى الهـواء الطـلـق لـتـتحـكـم فى الـطـائـرة، وكـانت معرضة للبرد القارس ولذا لم يكن هناك بد من وجود قفازات لحمايتها.



مقـاومـة الريـاح

نجم عن السرعات الكبيرة والرحلات الطويلة فى أثناء الحرب العالمية الأولى إيجاد بذلات أكثر مقاومة للرياح، وخاصة عند العنق، والمعصمين، والكاحلين.

أولئك الرجال البارعون

خلقت مآثر الأخوان رايت وبليريوت وغيرهم من المبدعين الشجعان والمبتكرين جوًا رائعًا من الإثارة، وظهر الطيران ليضفى على ذلك العصر طابعه الخاص، وسرعان ما غدا الشباب الجسور الذى استعرض مقدرته على الطيران فى العروض الجوية نجومًا متألقة، حتى إن جمهور أحد المسارح الباريسية أوقف العرض عندما اكتشف وجود أدولف بيجود بينهم - وهو واحد من أوائل الطيارين الذين استعرضوا مقدرتهم على أداء الحركات البلهوانية والدوران فى حلقات فى الهواء - وأصروا على أن يحدثهم عن الطيران! ويقال إن لويس بولهان - وهو أحد رواد الملاحين الجويين - استطاع أن يجمع ما يزيد عن مليون فرانك من جراء استغلاله لقدرته على الطيران. لا شك فى أن الطيارين الأوائل قد حققوا شهرة واسعة، فقد كانت طائراتهم صعبة وكانت قيادتها تشكل خطرًا على حياتهم، كما أن الحوادث كانت متكررة فى ذلك الوقت، ولم يكن الجلوس على مقعد مكشوف أمرًا مريحًا كما كانوا مضطرين إلى تحمل أجواء شديدة البرودة. لذا فقد كان ارتداء ملابس ثقيلة أمرًا حيويًا بالنسبة لهم، فعندما عبر بليريوت المانش، كان يرتدى ما يشبه المئزر، إلا أنه سرعان ما طورت ملابس خاصة بالطيران.

جلد لين معالج بالكروم

بطانة من الصوف السميك

العثور على الطريق

فى البداية، قاد الملاحون الجويون طائراتهم فى خط مستقيم نحو معالم محددة، ولذا لم يكونوا ليستطيعوا الاستغناء عن مجموعة لا بأس بها من الخرائط.

أقدام دافئة

كان ارتداء أحذية سميكة أمرًا ضروريًا، وهناك أحذية مبطنة بجلود الغنم، ولا تحتوى على أية فتحات للتهوية، وكان ارتفاع مثل هذه الأحذية يصل إلى الفخذ إلا أن مالك هذا الحذاء آثر قصه لمزيد من الراحة.

مثل هذه النعل المطاطية السميكة ساعدت الطيارين فى الحفاظ على ثبات خطواتهم أثناء تسلقهم إلى خارج الطائرة

معدات الطيار المقاومة للرياح

هذه البذلة التى غالبًا ما تعود إلى عام 1911 قد تكون مبطنة إما بفراء الخراف أو بقماش الأخفة.

ملابس خاصة بالطيران تعود إلى عام 1916

كانت الحرب العالمية الأولى باعثًا على تطوير ملابس خاصة بالطيران، وقد أصدرت هذه المجموعة لطيارى الفيالق الجوية الملكية البريطانية، وقد اعتقد أن الجلد هو أفضل مادة فى ذلك الوقت، ولكن سرعان ما حل محله بذلات سيدكوت المكونة من قطعة واحدة والمصنوعة من القطن المطلى بالشمع والمبطن بالحرير والفراء.

معارك جويــة متلاحمة

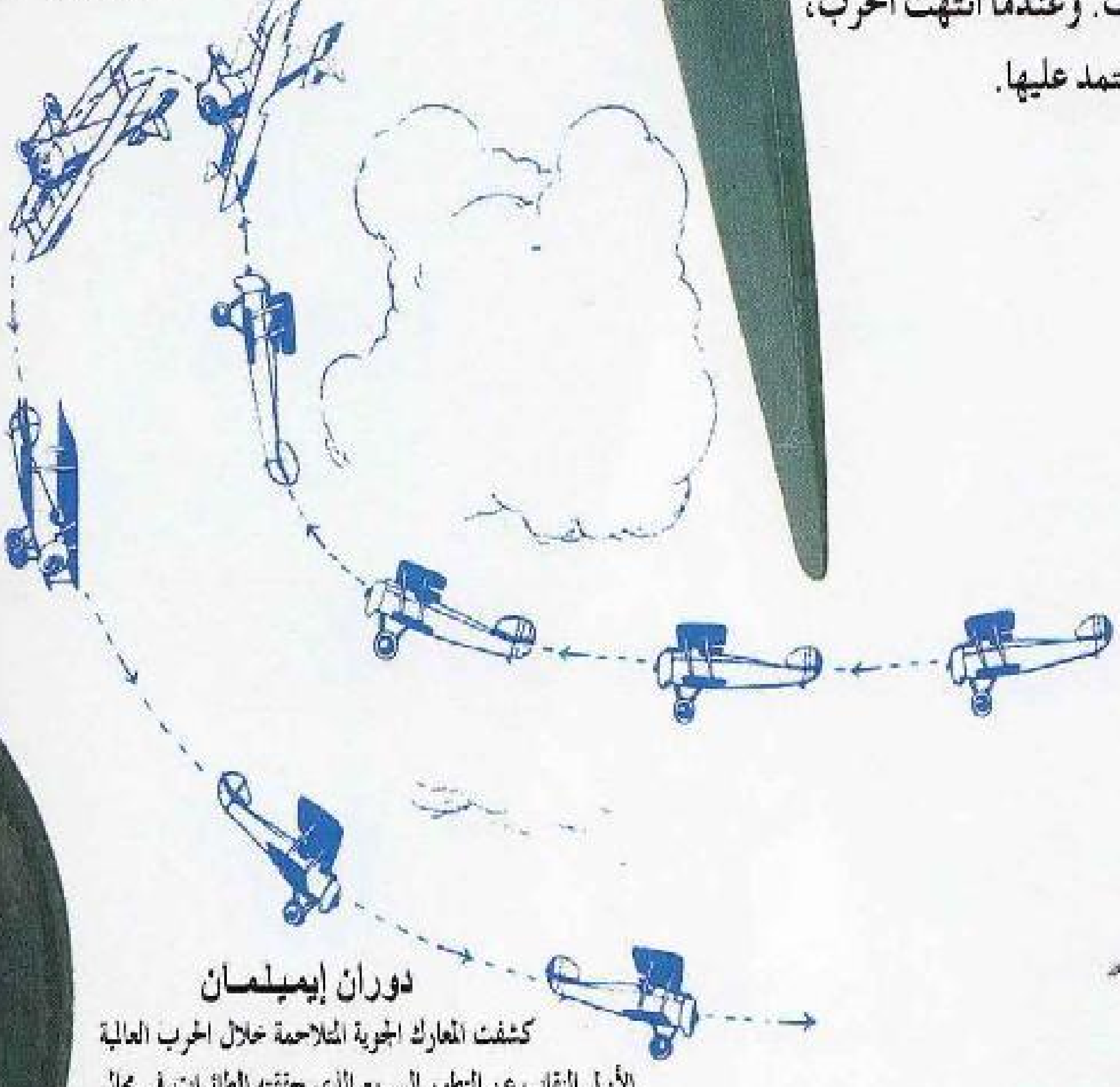
كانت تلك المعارك الجوية المتلاحمة تقع ما بين الطائرات سكاوت أحادية المقعد، كانت مثل هذه المعارك تتطلب مهارة فائقة في الطيران حيث إن الملاح الجوى كان مضطراً إلى توجيه الطائرة نحو العدو بالكامل قبل إطلاق قذائفه.

المقاتلة بريستول لعام 1917

فى السنوات الأولى من الحرب، أنجزت المهام الخطيرة الخاصة بتحديد مواقع المدفعية ومراقبتها من خلال طائرات بطيئة ثنائية المقعد، والتى كانت تحصل على حماية من خلال طائرات سريعة أحادية المقعد. إلا أنه عندما ظهرت مقاتلات بريستول البريطانية على الساحة فى عام 1917، أهلها محركها القوى للقيام بالدورين معًا، فصارت تستخدم كمقاتلة وكذا فى تحديد المواقع.

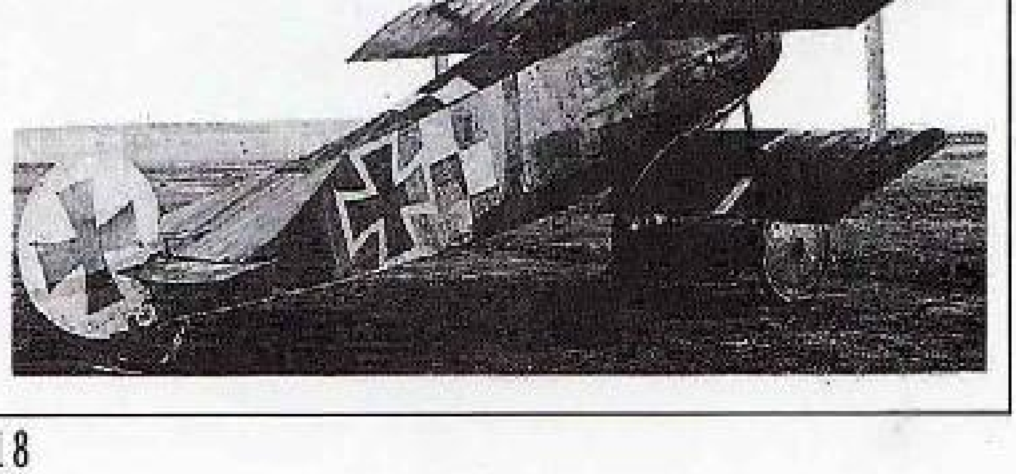
الأجنحـــة المــزدوجـــة

كانت أولى الطائرات مزودة بمجموعة أو مجموعتين أو ثلاث مجموعات أو أكثر من الأجنحة، وكان لكل منها الدعامات الخاصة بها، إلا أن رحلة بليريوت الجوية عبر بحر المانش فى عام 1909 (ص 14 وص 15) أثبتت مدى فعالية استخدام الطائرة الأحادية (ذات الجناح الواحد). وعلى مدى السنوات القليلة التالية، كانت للطائرات الأحادية الغلبة فى السباقات الجوية ـ ذلك أن الطائرات ذات الأجنحة المتعددة عانت من زيادة مقاومة الهواء. وللأسف الشديد، فقد كانت تلك الطائرات التنافسية التى تتحمل ضغوطًا شديدة معرضة للحوادث، حتى إنه فى عام 1912، قررت سلطات الجيش الفرنسية والإنجليزية منع الطائرات الأحادية تمامًا، اعتقادًا منها أن الطائرات ذات الجناح الواحد ضعيفة ـ حيث إنها تستغرق وقتًا طويلاً فى رفع الطائرات ذات الأجنحة المتعددة مقارنة بالطائرات الأحادية، ولذا بدا أن أفضل حل بين القوة ومقاومة أقل للرياح هو الطائرات المزدوجة (ذات الأجنحة المزدوجة). ولذا فعندما نشبت الحرب العالمية الثانية، كانت جميع المقاتلات وطائرات المراقبة تقريبًا ذات أجنحة مزدوجة، وقد أعطت متطلبات الحرب دفعة قوية لتطور الطائرات. وعندما انتهت الحرب، صارت الطائرات معقدة نسبيًا وأصبحت آلة يعتمد عليها.



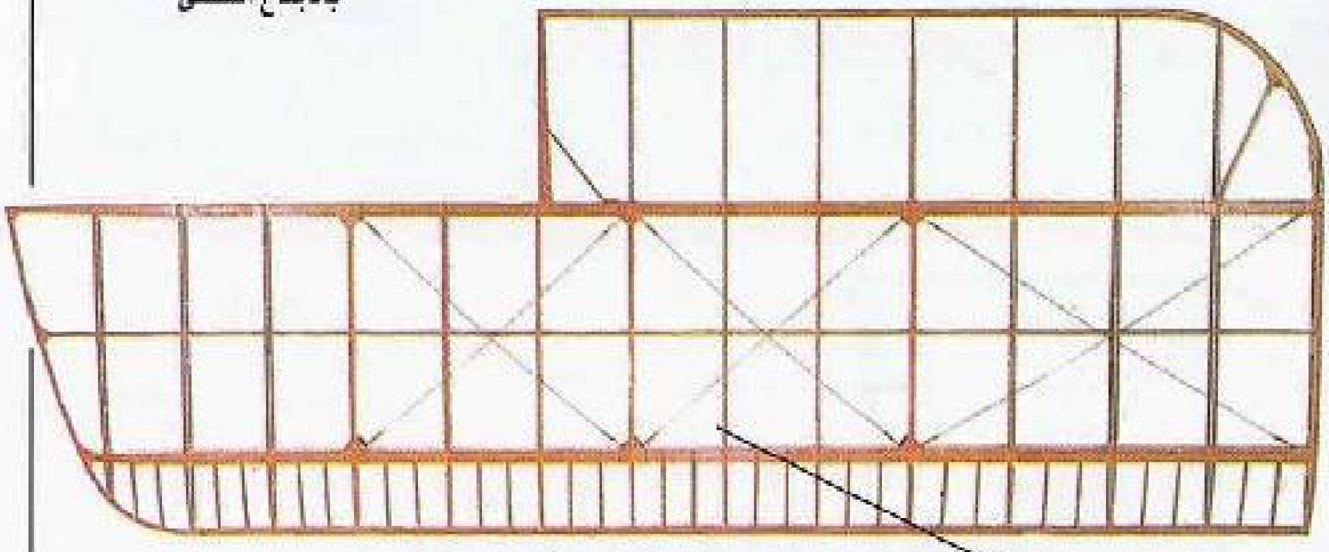
طائرة فوكر ذات الأجنحة الثلاثية

صنعت بعض الطائرات الثلاثية (ذات الأجنحة الثلاثية) فى أثناء الحرب. ويقال إن الطائرة الحربية «فوكر» الألمانية ذات الأجنحة الثلاثية كانت تلقى الرعب فى نفس من ينظر إليها، كما أنها كانت تعلو كالمصعد، وكانت لها قدرة فائقة على المناورة، إلا أن المقاومة الهوائية الديناميكية تسببت فى تباطؤ سرعة الطائرة وبحلول عام 1917 توقف استخدام مثل هذه الطائرات الثلاثية تمامًا فى القوات الجوية.



دوران إيميلمان

كشفت المعارك الجوية المتلاحمة خلال الحرب العالمية الأولى النقاب عن التطور السريع الذى حققته الطائرات فى مجال المناورات فى فترة وجيزة. قيل إن دوران إيميلمان كانت هى الطريقة المثلى لدى الطيارين للهروب من المطاردات أو لشن هجمات الكر والفر. إلا أنه لا يبدو معقولاً أن يكون ماكس إيميلمان أو أى طيار مغامر آخر قد عرض نفسه لطلقات العدو من خلال الطيران بشكل مقلوب على هذا النحو. ولذا يمكن القول بأنها لم تكن سوى لفة عالية وحادة.



كبح قوة اندفاع الطائرة

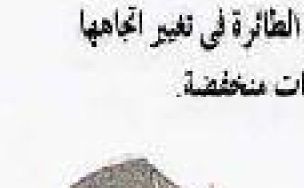
كانت للطائرات ذات الأجنحة المزدوجة مساحة أمامية كبيرة وذلك نظرًا للأجنحة المزدوجة، وكذا تلك المجموعة الكبيرة من الأسلاك والقوائم المتشابكة، مما كان يكبح سرعة الطائرة إلى حد كبير، وعلى الرغم من أن محرك بريستول كان قويًا للغاية فلم ترد سرعتها على 180 كم/س أو ما يعادل 120 ميلاً فى الساعة.

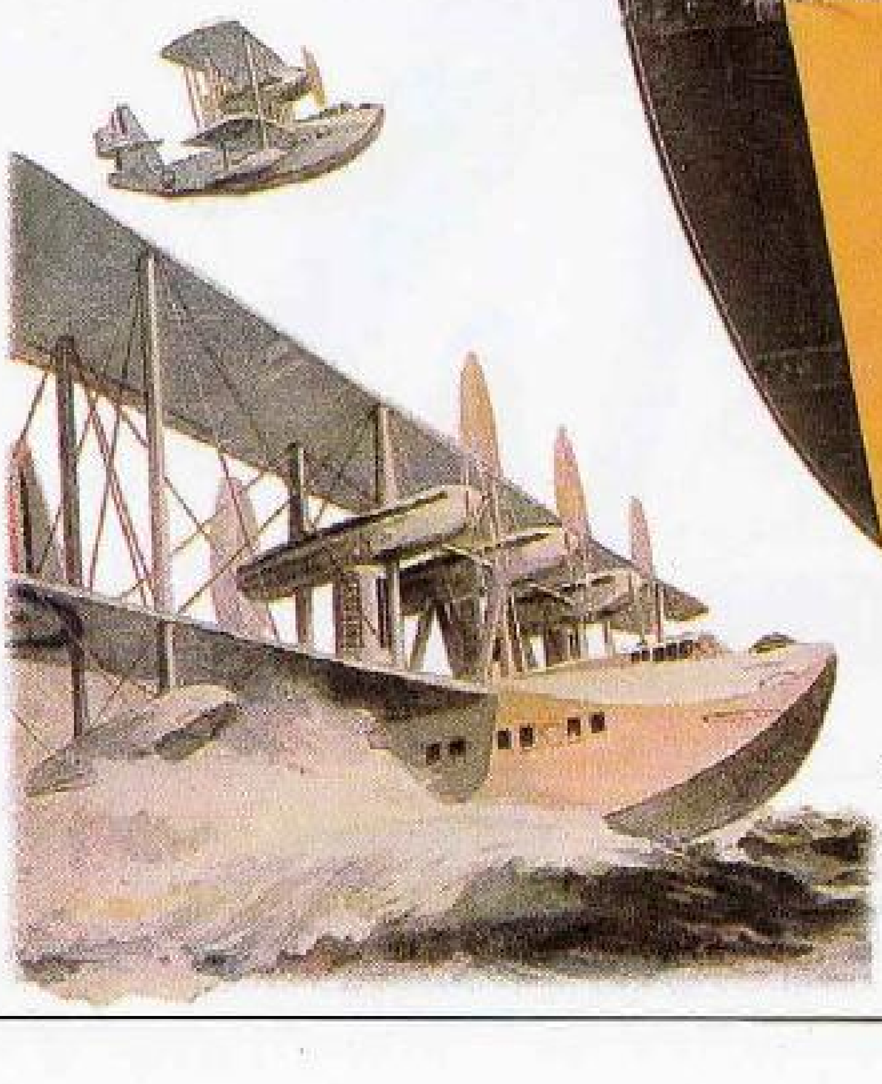
ربط الأجزاء بعضها إلى بعض

امتازت أجنحة الطائرة المزدوجة بقوتها، ذلك أن القوائم والأسلاك كانت تربط الجناح العلوى بالجناح السفلى لجمع قوتهما، وقد ساعد هذا التشابك الداخلى من الأسلاك، التى كانت تعيق حركة الطائرة على مقاومة ضغط الهواء الذى كان يدفعها إلى الخلف.

الذيـل المتحـرك

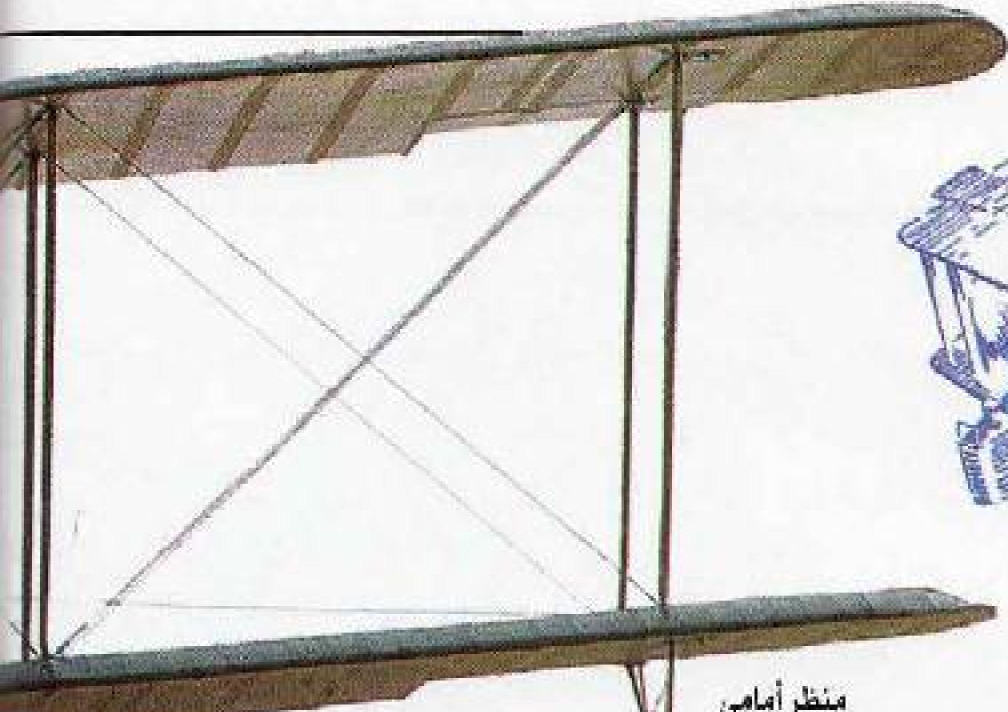
كانت الطائرات المزدوجة من أمثال بريستول مزودة بدفة توجيه كبيرة، وذلك لمساعدة الطائرة فى تغيير اتجاهها بدقة على سرعات منخفضة.

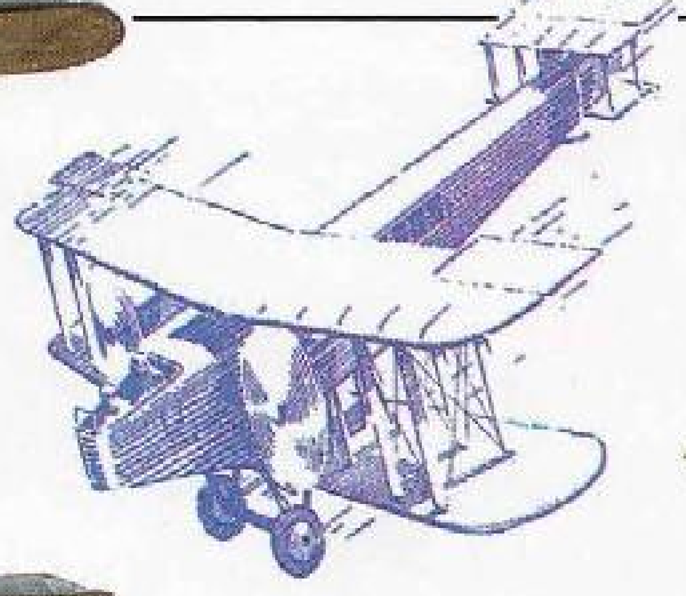




القوارب الطائرة (الصورة إلى اليسار)

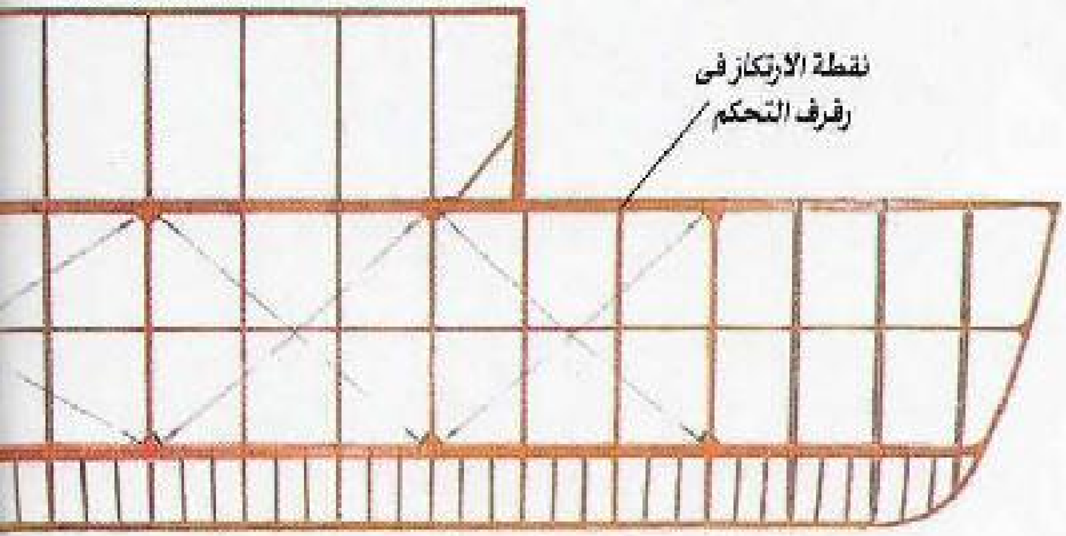
فى السنوات التى تلت الحرب، صنعت طائرات مزدوجة أكبر فأكبر، فكانت لمثل هذه القوارب الطائرة طراز شورت سارافاند قدرة على التحليق لمدة 11 ساعة فى الهواء وكانت تستخدم كطائرات دورية بحرية.





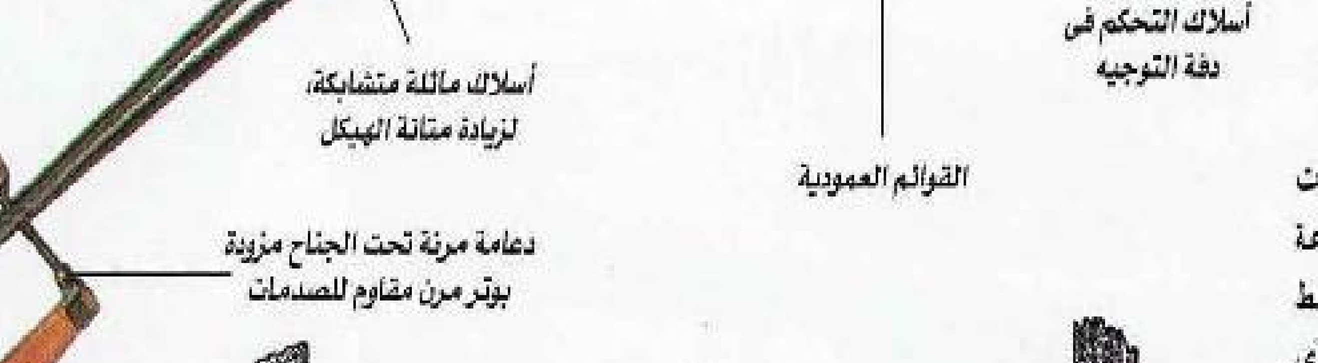
مـن القنابـل إلى الأشـخـاص

كانت المقاتلات الكبيرة مزدوجة الجناح، والتى صنعت بالقرب من نهاية الحرب العالمية الأولى هى حجر الأساس الذى اعتمدت عليه أول طائرات تقل أشخاصًا فى وقت السلم.



طـــلاء خـــاص

قد يبدو هيكل الطائرات مزدوجة الأجنحة رقيقًا، إلا أنه يكتسب قوة مذهلة عند تغطيته بالكتان المشدود، وينكمش الكتان فى مكانه إثر طليه بطلاء مادة «السليلوز».

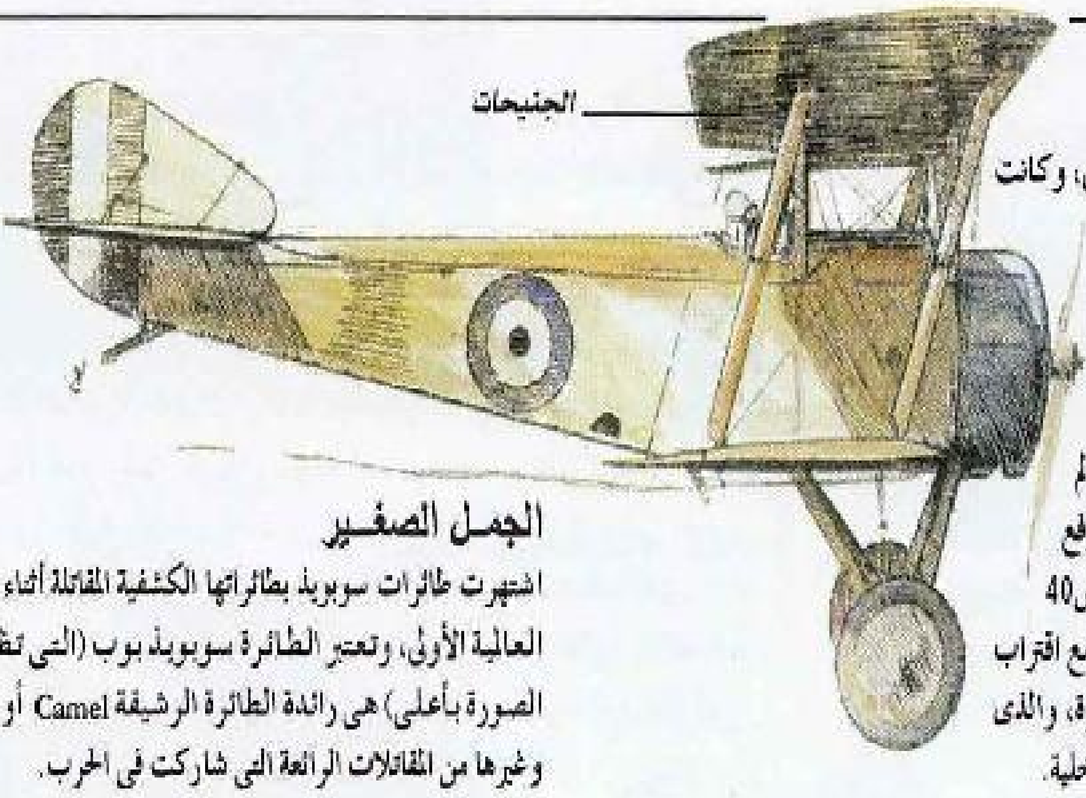


تشـكيل الهـيـكل

كانت واحدة من أهم المشكلات التى واجهتهم فى أثناء صناعة هيكل الطائرة الخشبى هى ربط القوائم إلى الجسم الطولى، أى الألواح الأفقية «بالأضلاع الرئيسية الطويلة» دون إضعافها. وتوضح هذه الرسومات التى تعود إلى عام 1910 بعضًا من الحلول المقترحة لحل هذه المشكلة.

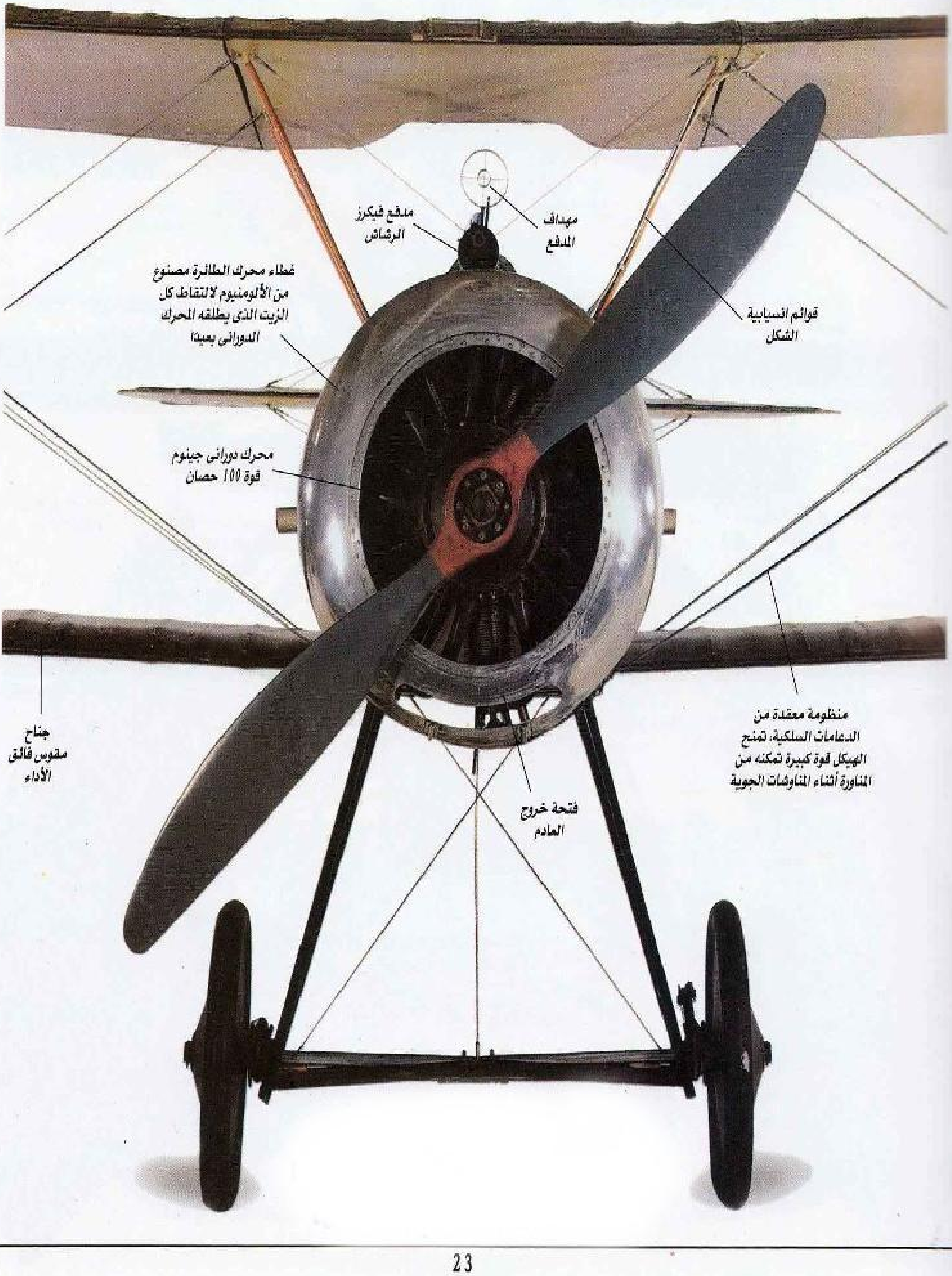
سوبويذ بوب 1917

حققت الطائرات تطورًا مذهلاً في السنوات التي سبقت الحرب العالمية الأولى، وكانت الطائرات المقاتلة التي استخدمت أثناء الحرب أسرع وأكثر قدرة على المناورة من الطائرات الأولى، وقد استخدمت المحركات الدورانية ذات الوزن الخفيف (ص 28 و 29) في دفع الطائرات المقاتلة، مثل هذه الطائرة طراز سوبويذ بوب، بسرعات زادت على 185 كم/س (أي ما يعادل 115 ميلاً في الساعة)، كما مكنتها آليات التحكم المتطورة من خوض معارك التحامية في الجو. وعند الانزلاق الجانبي، لم يعد الطيار في حاجة إلى أن يقوم بعملية القتال الجناحين، وإنما كان يخفض أو يرفع الرفارف التي أطلق عليها اسم «الجنيحات» المثبتة على أطراف الأجنحة القوية (ص40 و41). أما جسم الطائرة، فقد تطور بحيث أصبح مغلقًا تقريبًا في ذلك الوقت، ومع اقتراب نهاية الحرب، شرع عدد كبير من صانعي الطائرات في تجربة الجسم أحادي القشرة، والذي استمد كامل قوته من القشرة الأحادية بدلاً من مجموعة من القوائم والدعامات الداخلية.



الجمل الصغير

اشتهرت طائرات سوبويذ بطائراتها الكشفية المقاتلة أثناء الحرب العالمية الأولى، وتعتبر الطائرة سوبويذ بوب (التي تظهر في الصورة بأعلى) هي رائدة الطائرة الرشيقة Camel أو الجمل وغيرها من المقاتلات الرائعة التي شاركت في الحرب.

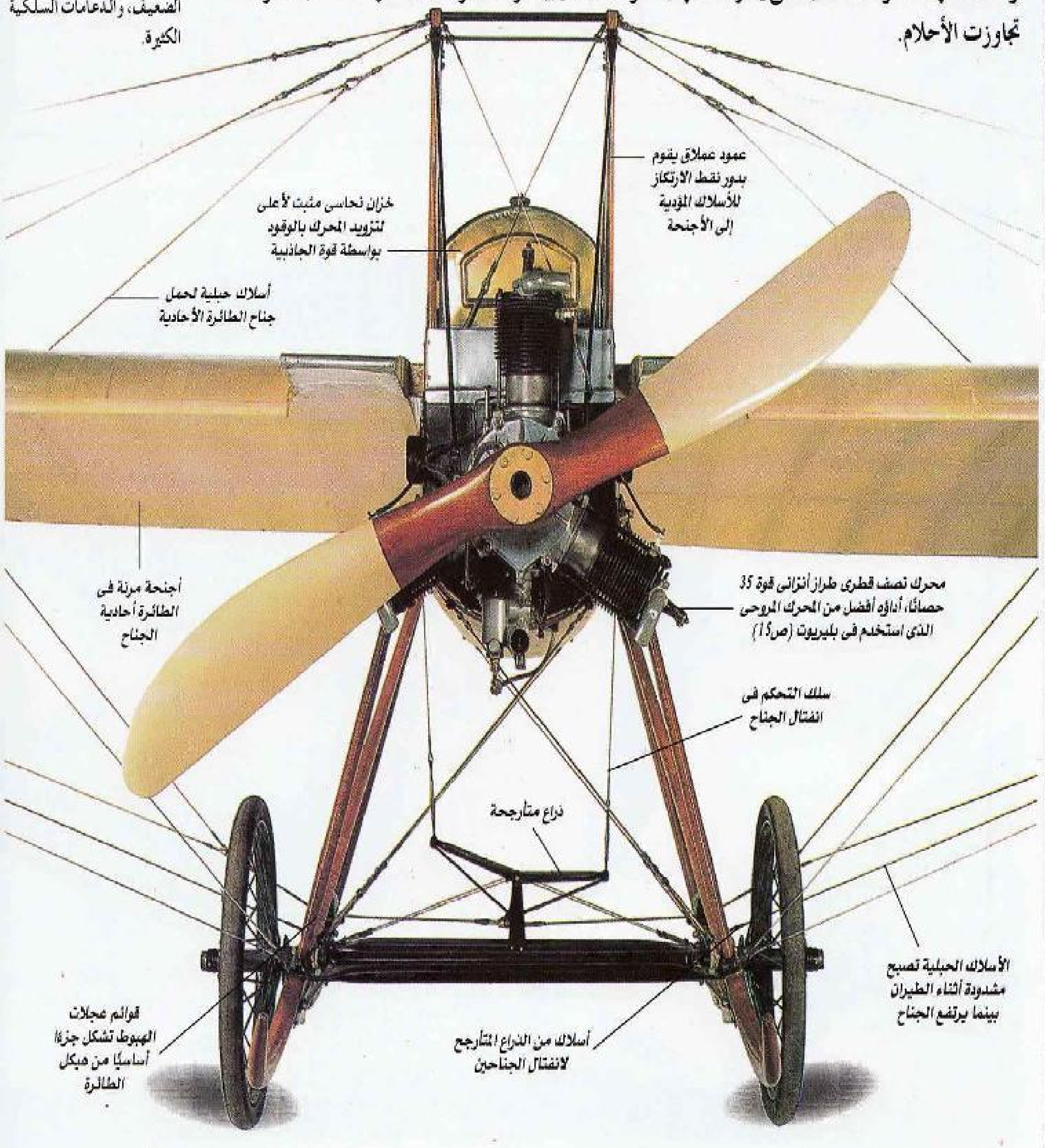


الطـائـرات المتطـورة

ديبـردوسـين 1909

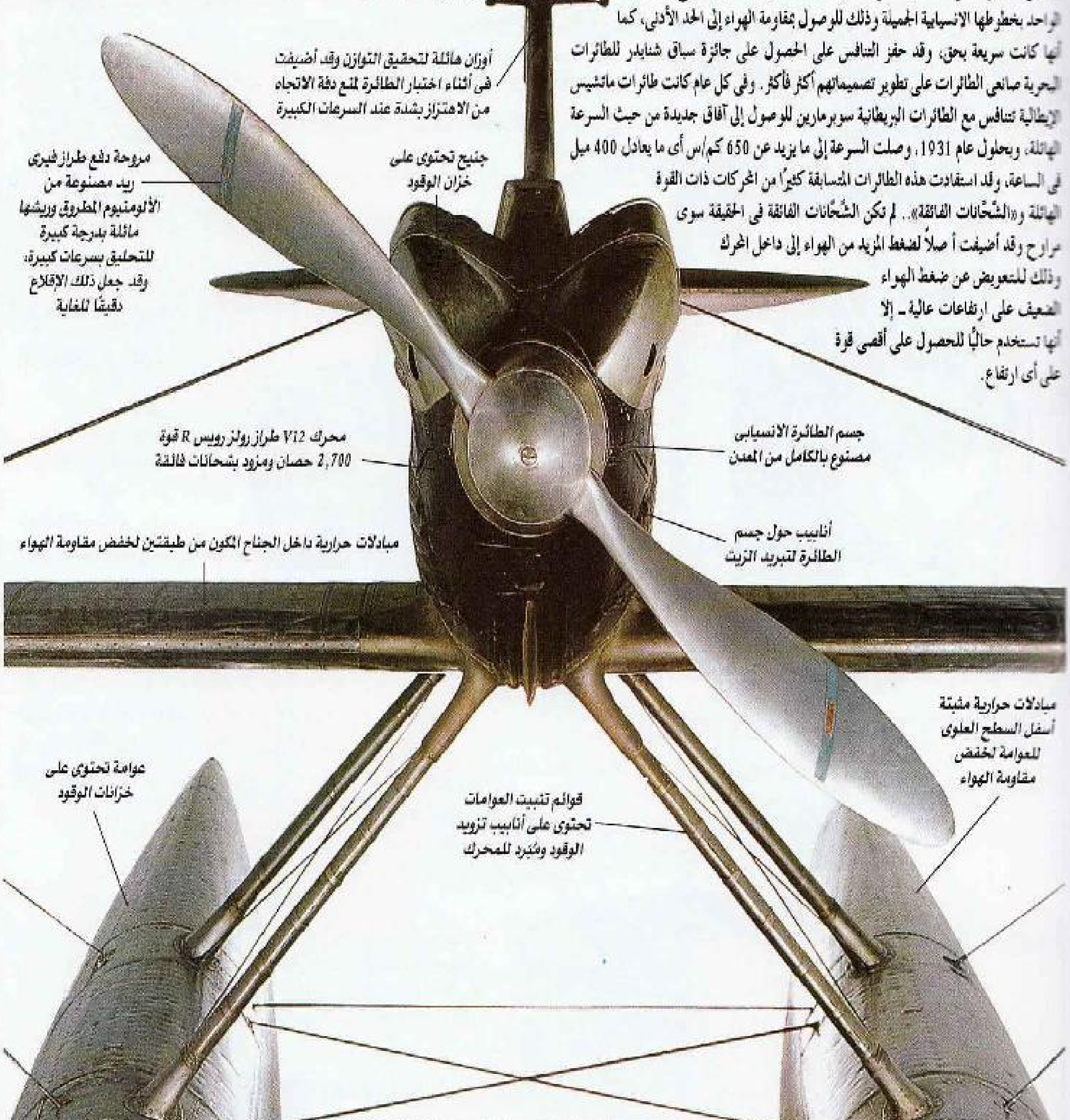
يعتبر ديبردوسين من أكثر صانعي الطائرات تقدمًا في السنوات التي سبقت الحرب العالمية الأولى، حتى إن طائراتهم الملساء سجلت العديد من الأرقام القياسية من حيث السرعة. وبالرغم من ذلك، ففي هذا المثال يظهر العديد من السمات الموجودة في الطائرات الرائدة، مثل التحكم الجانبي من خلال انفتال الجناحين (ص14)، والمحرك الضعيف، والدعامات السلكية الكثيرة.

فى العشرين السنة التى تلت الحرب العالمية الأولى، أقيمت عروض جوية فى رايمز بفرنسا فى أغسطس عام 1909، وتطور الطيران بشكل مذهل خلال تلك الحقبة. فقد كانت معظم الطائرات التى صنعت فى عام 1909، طائرات ضعيفة وبطيئة ومزودة بهياكل خشبية رقيقة ومفتوحة، كما كانت قوة محركاتها محدودة، أما وسائل التحكم بها فقد كانت بُدائية. ولم تزد سرعة أى من الطائرات فى ذلك العرض الجوى عن 75 كم/س (أى ما يعادل 47 ميلاً فى الساعة) ولم ترتفع أى منها عن 150م (أى ما يعادل 500 قدم) أو ما إلى ذلك عن الأرض. وبالرغم من ذلك ففى غضون أربع سنوات زادت سرعة الطائرات عن 200 كم/س (أى ما يعادل 120 ميلاً فى الساعة) واستطاعت أن تحلق على ارتفاع وصل إلى 6000 م (أى ما يعادل 20,000 قدم) كما تمكنت من أداء بعض الألعاب الأكروباتية الصعبة مثل الدورانات والحلقات (ص41). ومع حلول عام 1929، أصبحت الطائرات الخشبية البشعة تاريخًا، وحلت محلها الطائرات المعدنية التى يمتاز جسمها بخطوطه الانسيابية، وقد اخترقت أجنحتها السحاب بسرعات تجاوزت الأحلام.



سوبرمارين S6B

مع حلول العشرينيات من القرن العشرين، أصبح في الإمكان صناعة طائرات قوية حتى إن الكثيرين من صانعي الطائرات قرروا العودة إلى الطائرات أحادية الجناح - وذلك لخفض مقاومة الهواء ولاستغلال المحركات القوية الجديدة على النحو الأمثل. صُنع العديد من الطائرات أحادية الجناح من الخشب، إلا أن السنوات التالية من هذا العقد شهدت مولد جيل جديد من الطائرات الصغيرة المصنوعة من المعدن بالكامل. امتازت تلك الطائرات أحادية الجناح ذات المقعد الواحد بخطوطها الانسيابية الجميلة وذلك للوصول بمقاومة الهواء إلى الحد الأدنى، كما أنها كانت سريعة بحق، وقد حفز التنافس على الحصول على جائزة سباق شنايدر للطائرات البحرية صانعي الطائرات على تطوير تصميماتهم أكثر فأكثر. وفي كل عام كانت طائرات ماتشيس الإيطالية تتنافس مع الطائرات البريطانية سوبرمارين للوصول إلى آفاق جديدة من حيث السرعة الهائلة، وبحلول عام 1931، وصلت السرعة إلى ما يزيد عن 650 كم/س أى ما يعادل 400 ميل في الساعة، وقد استفادت هذه الطائرات المتسابقة كثيرًا من المحركات ذات القوة الهائلة و«الشحّانات الفائقة». لم تكن الشحّانات الفائقة فى الحقيقة سوى مراوح وقد أضيفت أصلاً لضغط المزيد من الهواء إلى داخل المحرك وذلك للتعويض عن ضغط الهواء الضعيف على ارتفاعات عالية - إلا أنها تستخدم حاليًا للحصول على أقصى قوة على أى ارتفاع.



الطائرة سبيت فاير

أفادت الطائرة سبيت فاير كثيرًا من خبرات رولز رويس وسوبرمارين الثرية، وقد كانت بحق أشهر طائرة مقاتلة شاركت فى الحرب العالمية الثانية.

الطائرة الحاصلة على الجائزة

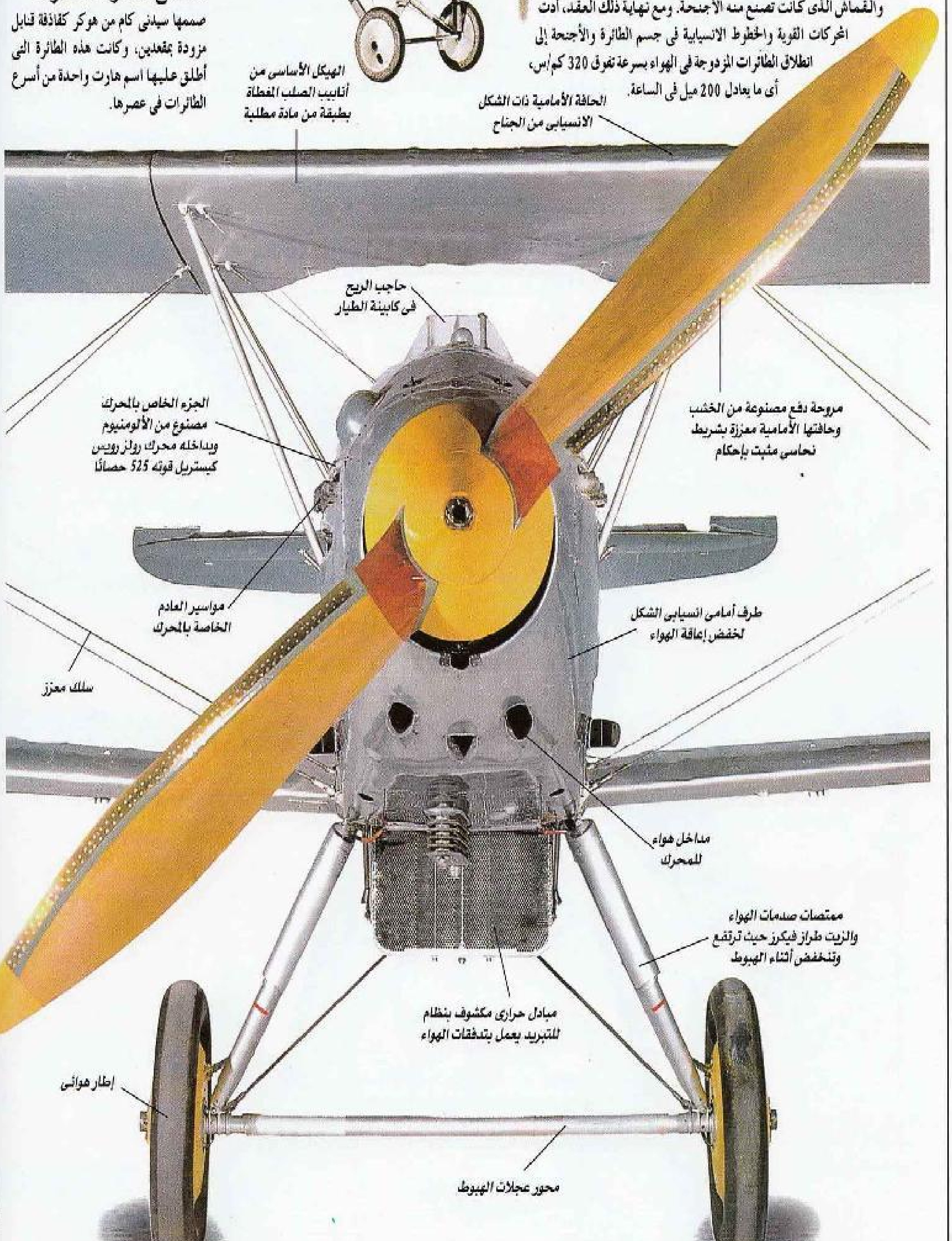
فازت الطائرة سوبرمارين S6 بجائزة شنايدر لعام 1929 حيث وصلت سرعتها إلى 529 كم/س أى ما يعادل 329 ميلاً فى الساعة.

هوكر هارت لعام 1927

مع قرب انتهاء الحرب العالمية الأولى، عانى صانعو الطائرات من قصور فى الأخشاب، مما أجبرهم على التفكير فى استخدام المعدن بدلاً منه، ولم يمض وقت طويل حتى تبين لهم أن المعدن كان أفضل فى الاستخدام من عدة نواح. وعلى مدار العشرينيات من القرن العشرين، كانت القوات الجوية لا تزال تفضل استخدام الطائرات المزدوجة على الطائرات الأحادية الجناح، وذلك لقوتها وسهولة التعامل معها وسرعتها المنخفضة فى الهبوط. إلا أنهم استخدموا المعدن فى صناعة أجسام الطائرات إلى جانب الخشب والقماش الذى كانت تصنع منه الأجنحة. ومع نهاية ذلك العقد، أدت المحركات القوية والخطوط الانسيابية فى جسم الطائرة والأجنحة إلى انطلاق الطائرات المزدوجة فى الهواء بسرعة تفوق 320 كم/س، أى ما يعادل 200 ميل فى الساعة.

انطلاق طائرات هارت

صممها سيدنى كام من هوكر كقاذفة قنابل مزودة بمقعدين، وكانت هذه الطائرة التى أطلق عليها اسم هارت واحدة من أسرع الطائرات فى عصرها.



طائرة بسيطة

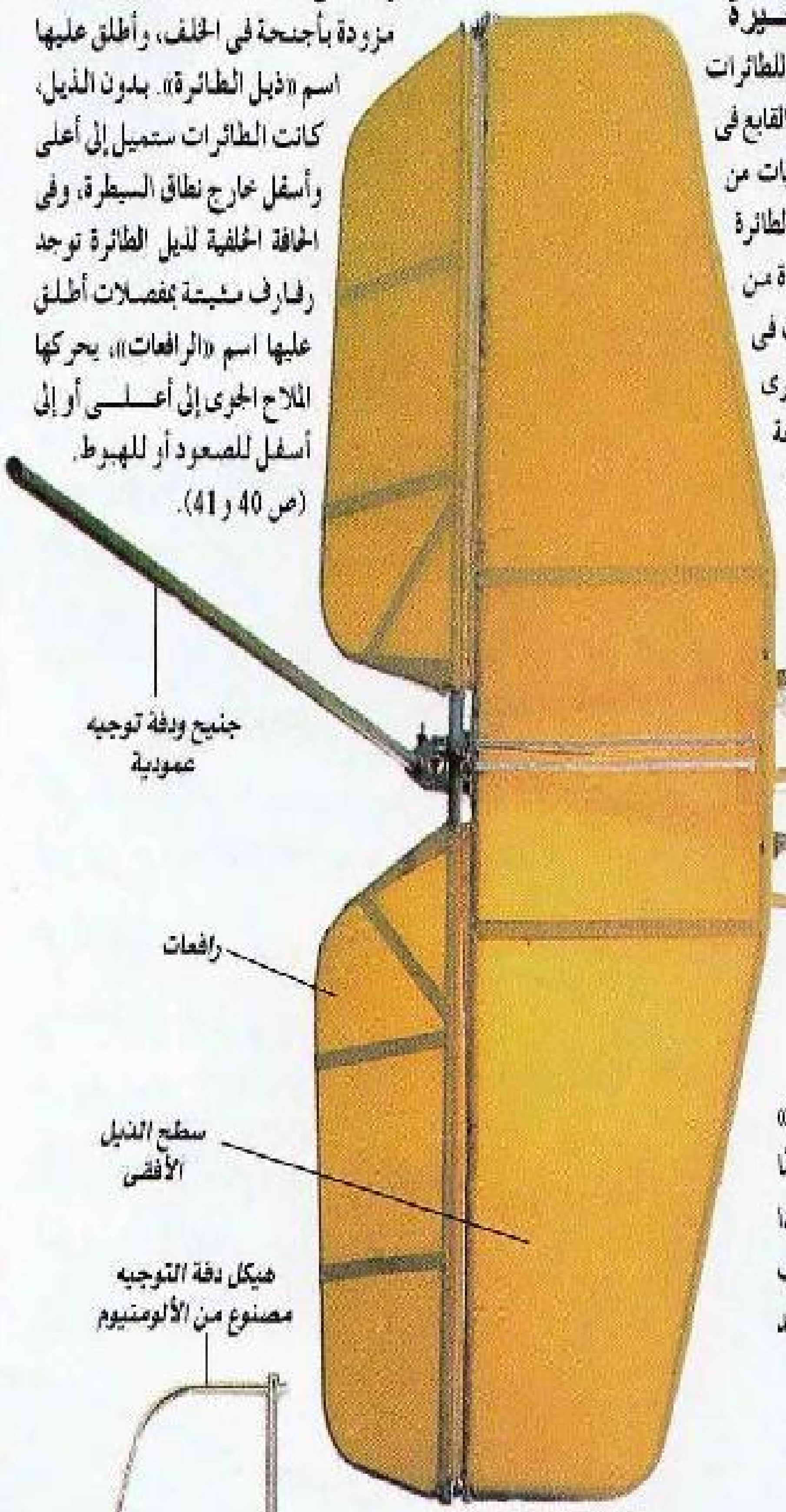
تعد الطائرة ذات الجناح العالى طراز سيسنا 172 E والتى أطلق عليها اسم سكاى هوك هى الطائرة الكلاسيكية الخفيفة متعددة الأغراض، فهى تستخدم للتدريب والمتعة وللعمل. وجسم الطائرة مصنوع من المعدن ويدفعها إلى الأمام محرك ذو أربع أسطوانات 160 حصانًا وذلك بسرعة 220 كم/س أى ما يعادل 137 ميلاً فى الساعة.

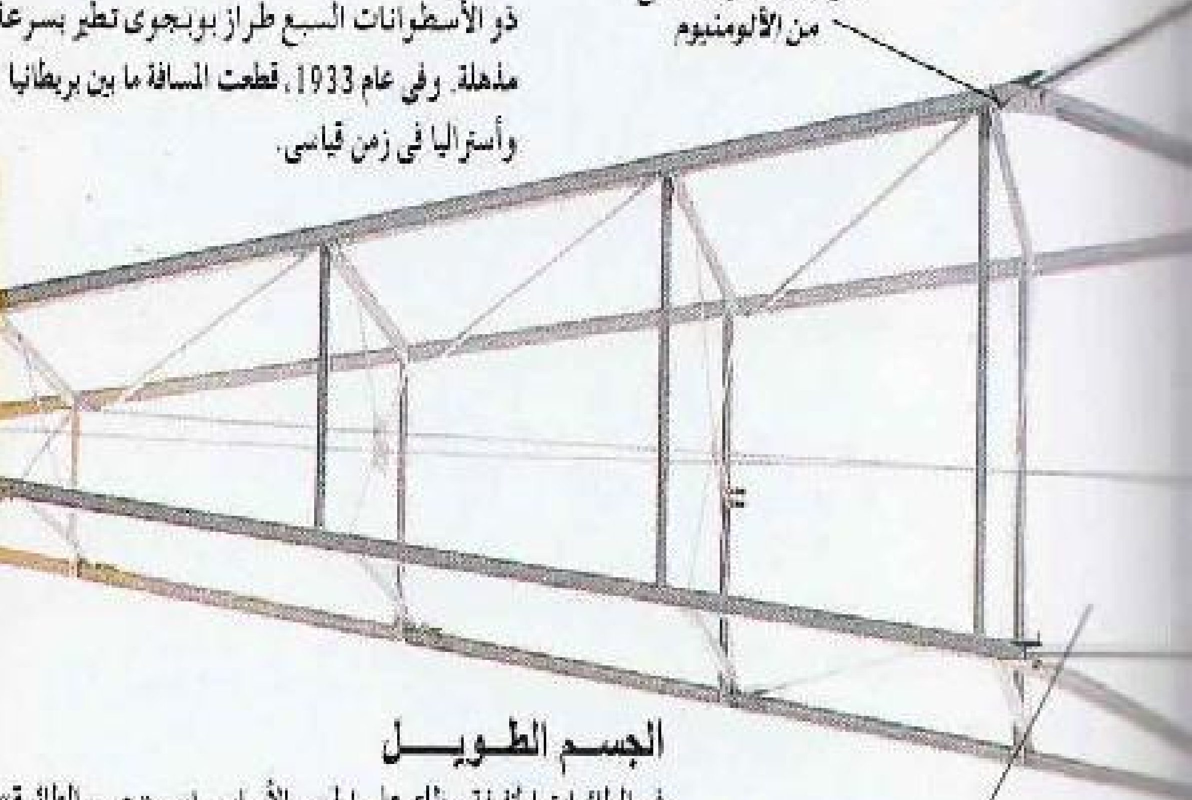
جناح الاتزان

كانت طائرة الأخوان رايت «فلاير» مزودة بأجنحة صغيرة فى الأمام للمساعدة فى الحفاظ على مستوى ارتفاع الطائرة - إلا أن ما حدث بالفعل هو أن جميع الطائرات التى صنعت منذ ذلك الوقت كانت مزودة بأجنحة فى الخلف، وأطلق عليها اسم «ذيل الطائرة». بدون الذيل، كانت الطائرات ستميل إلى أعلى وأسفل خارج نطاق السيطرة، وفى الحافة الخلفية لذيل الطائرة توجد رفارف مثبتة بمفصلات أطلق عليها اسم «الرافعات»، يحركها الملاح الجوى إلى أعلى أو إلى أسفل للصعود أو للهبوط.
(ص 40 و 41).

طائرة السباق الصغيرة

يعود هذه التصميم الأساسى للطائرات الخفيفة - بأجنحته العالية ومحركه القابع فى الأمام وعجلاته الثابتة - إلى أواخر الثلاثينيات من القرن العشرين، وذلك عندما صنعت هذه الطائرة كومبر سويفت. وكانت واحدة من عدة طائرات خفيفة استخدمت فى مجال الرياضة، وقد جعلها المحرك نصف القطرى ذو الأسطوانات السبع طراز بوبجوى تطير بسرعة مذهلة. وفى عام 1933، قطعت المسافة ما بين بريطانيا وأستراليا فى زمن قياسى.



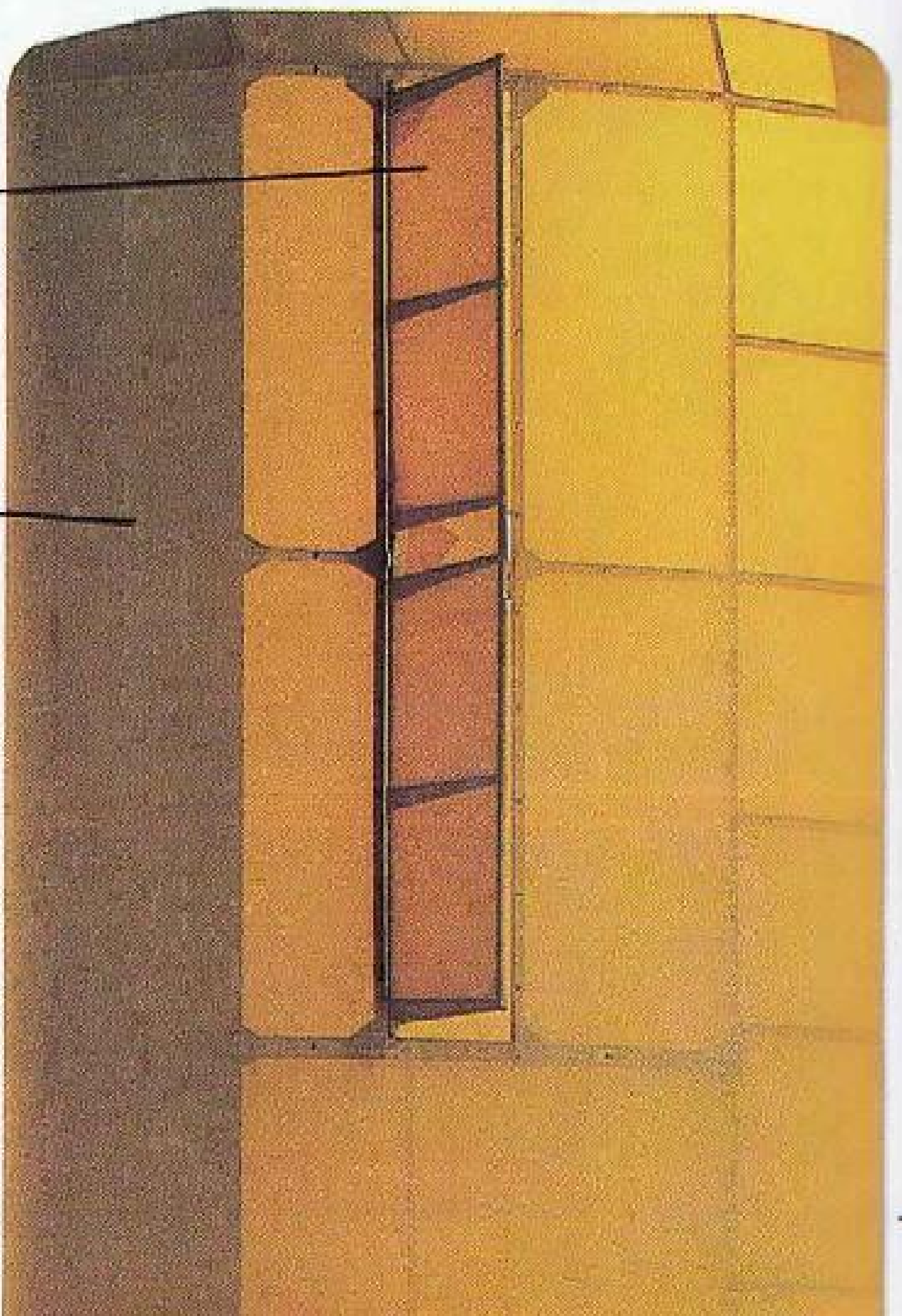


الجسم الطويل

فى الطائرات الخفيفة، يطلق على الجسم الأساسى اسم «جسم الطائرة» - وهو ببساطة نفق مستدق يدعم ذيل الطائرة فى المكان المناسب تمامًا بالنسبة للأجنحة الأساسية. وفى بعض الطائرات الخفيفة يكون هذا الجسم متينًا للغاية، وتكون خطوطه انسيابية، مصنوعًا من الصلب الملحوم. ولا تحتاج الطائرة البطيئة السرعة ستو بيرد إلا إلى مادة تشد على هيكل خفيف ومربع مصنوع من الألومنيوم.

الذيل المتحرك

كل طائرة مزودة بما يشبه الزعنفة العمودية فى المؤخرة للحفاظ على تحليق الطائرة فى خط مستقيم. ويطلق على الطرف الخلفى من هذه الزعنفة اسم «دفة التوجيه»، وهى مفصلات تشبه تلك الموجودة فى المركب لتغيير اتجاه الطائرة بين اليمين واليسار. إلا أن عملية تحويل اتجاه الطائرة فى الهواء، ليست فى مثل سهولة تحويل اتجاه المركب، فيتحتم على الطيار استخدام «الجنيحات» أو جهاز التعطيل أيضًا الموجود على الجناح الرئيسى.
(ص 40 و 41).



الطائرة بالكامل

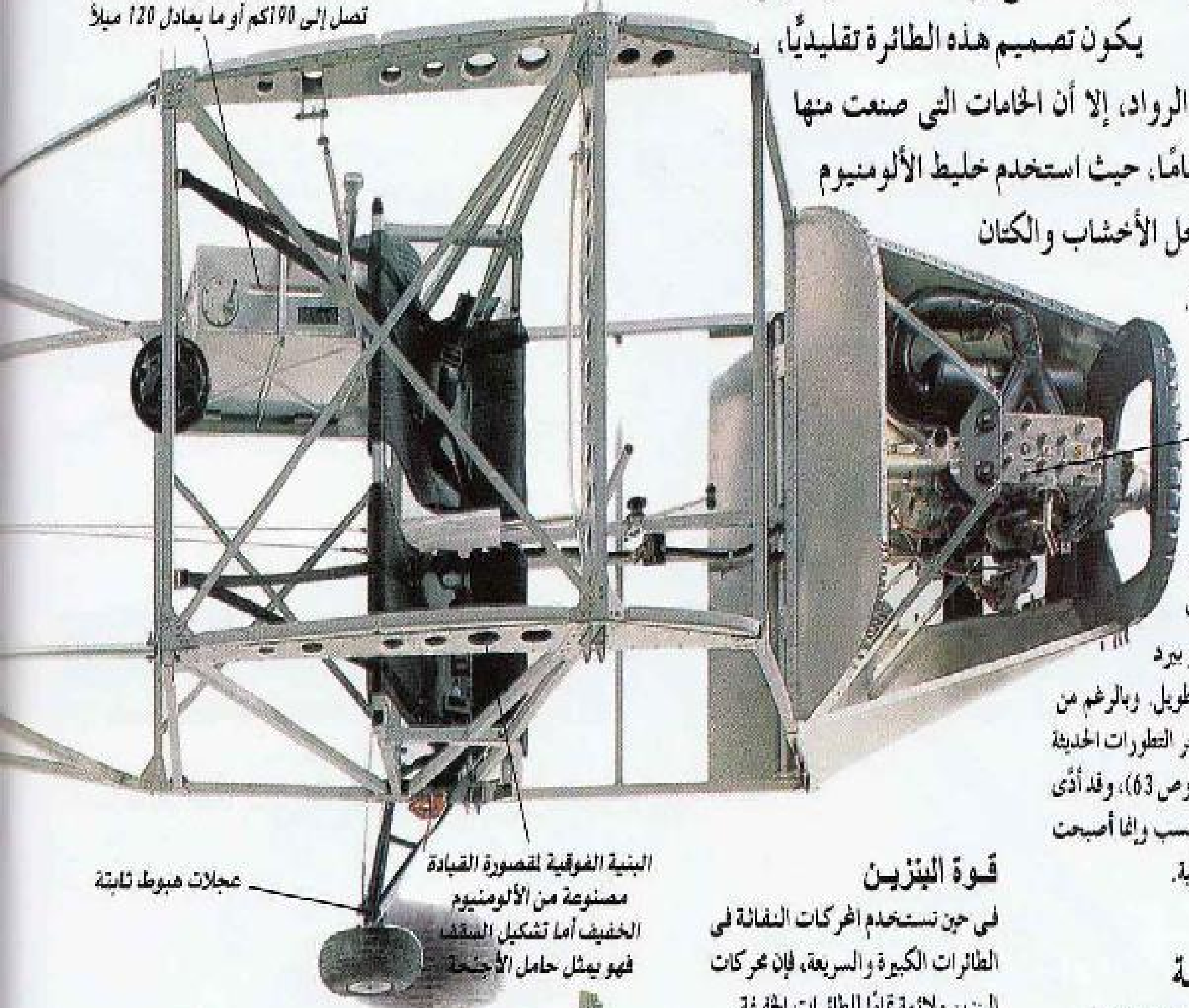
بعد أن انتهى صنع الطائرة ستو بيرد صارت خفيفة للغاية وثابتة حتى إنها لا تصل إلى مرحلة الانهيار (السقوط) إلا عند هبوط السرعة إلى ما هو أقل من 55 كم/س أى ما يعادل 34 ميلاً فى الساعة.

الطائــــرة الخفيفـــة

رحلـــة ملحميـــة

كانت أشهر تلك الطائرات الخفيفة هي الطائرة روح القديس لويس والتي عبر فيها ليندبرج وحيدًا عبر الأطلنطي في عام 1927.

مازالت الطائرات الخفيفة ذات المحرك الواحد تحلق في سماء العالم حتى يومنا الحالي، وهي تستخدم لأغراض تدريب الملاحين الجويين، وكذا كوسيلة انتقال أساسية في بعض الأماكن النائية، وكذلك للاستمتاع بالطيران. وهي طائرات بسيطة للغاية، مكونة أساسًا من عجلات هبوط ثابتة، وجناح طائرة أحادية فوق قمرة القيادة وتمتاز ببساطة جسمها وذيلها، كما يوجد بها محرك صغير يعمل بالبنزين وذلك لتحريك مروحة الدفع في مقدمة الطائرة. وفي الأغلب، يكون تصميم هذه الطائرة تقليديًا، وهي تعمل بنفس تقنية طائرات الرواد، إلا أن الخامات التي صنعت منها هذه الطائرات كانت جديدة تمامًا، حيث استخدم خليط الألومنيوم والبلاستيك في صناعتها ليحل محل الأخشاب والكتان المستخدمين في الطائرات القديمة.



سنـو بيـرد

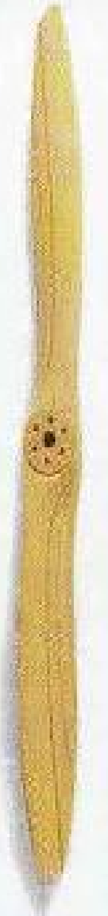
لم يتغير الشكل الأساسي للطائرات الخفيفة كثيرًا منذ الحرب العالمية الثانية، وقد أصبحت المكونات الأساسية للطائرات التي تشبه سنو بيرد معتادة بالنسبة للملاحين الجويين منذ وقت طويل. وبالرغم من ذلك، فإن طائرات سنوبيرد قد استخدمت آخر التطورات الحديثة في مجال الطائرات ذات الخفة الفائقة (ص62 وص 63)، وقد أدى ذلك إلى أن الطائرات لم تعد خفيفة للغاية وحسب وإنما أصبحت تكلفة تشغيلها أكثر قليلاً من السيارات العائلية.

قـوة البنزيـن

في حين تستخدم المحركات النفاثة في الطائرات الكبيرة والسريعة، فإن محركات البنزين ملائمة تمامًا للطائرات الخفيفة.

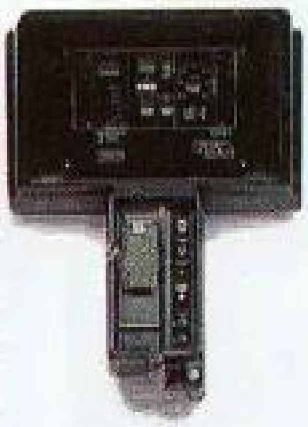
علـى اللوحـة

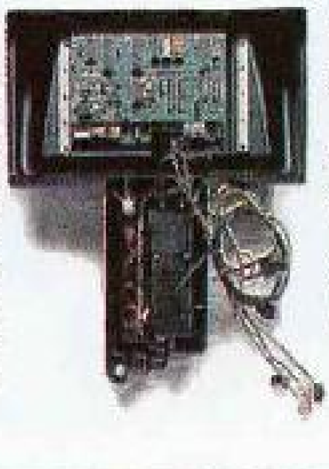
توجد على لوحة المعدات الخاصة بالطائرة سنو بيرد شاشات عرض رقمية إلكترونية، التي تحل محل الساعات والكابلات التي كانت تستخدم عادة في الطائرات الخفيفة.



رافعات الـوزن

صمم الجناحان بشكل خاص لتوفير الكمية المناسبة من الرفع. فأمور مثل طول الجناح (مداه) وقطاعه العرضي (تحديبه) أساسية لذلك. كما يجب أن يكون الجناحان خفيفين وفي غاية القوة، فيجب أن توضع في الاعتبار الضغوط التي تحمل على الجناحين حتى في أخف الطائرات وأبطئها، وذلك فيما تحلق في الجو. وقد صنع جناح سنوبيرد من مادة شدت على الإطار الألومنيوم وهو بسيط بشكل غير عادي، إلا أن ذلك كان سببًا في إيلاء عناية كبيرة أثناء التصميم للقوائم العرضية والأجزاء المتشابكة.



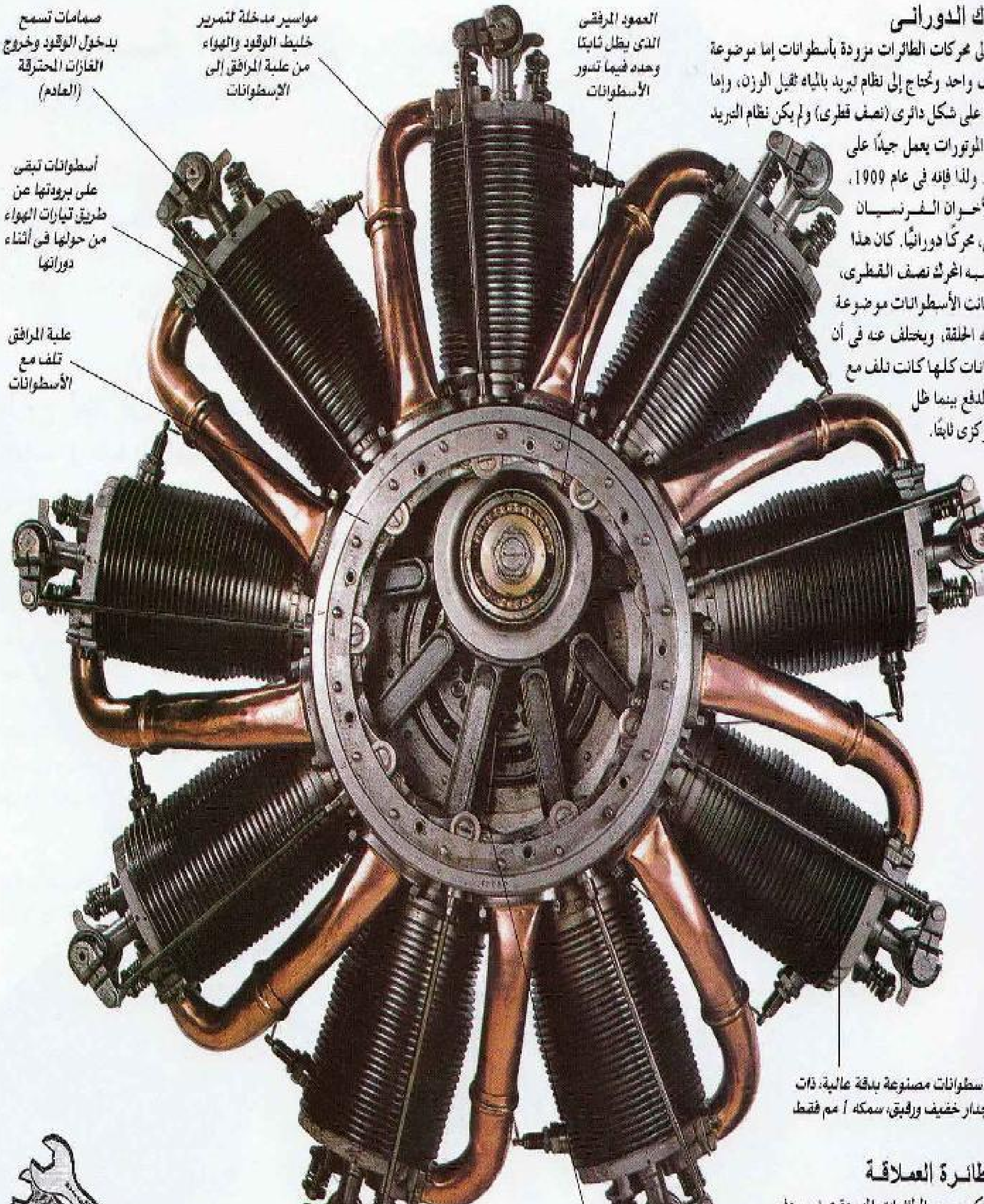


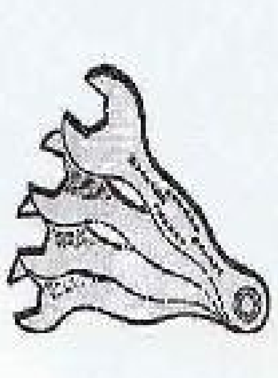
مروحة الطائرة

يحتوي معظم الطائرات الخفيفة على مروحة دفع ذات حدين مصنوعة من صفائح الخشب، محمولة في المقدمة، وذلك لسحب الطائرة إلى الأمام.

المحرك الدورانى

كانت أولى محركات الطائرات مزودة بأسطوانات إما موضوعة على صف واحد وتحتاج إلى نظام تبريد بالمياه ثقيل الوزن، وإما موضوعة على شكل دائرى (نصف قطرى) ولم يكن نظام التبريد فى تلك الموتورات يعمل جيدًا على الإطلاق. ولذا فإنه فى عام 1909، اخترع الأخوان الفرنسيان سجوين، محركًا دورانيًا. كان هذا المحرك يشبه المحرك نصف القطرى، حيث كانت الأسطوانات موضوعة فيما يشبه الحلقة، ويختلف عنه فى أن الأسطوانات كلها كانت تلف مع مروحة الدفع بينما ظل المرفق المركزى ثابتًا.



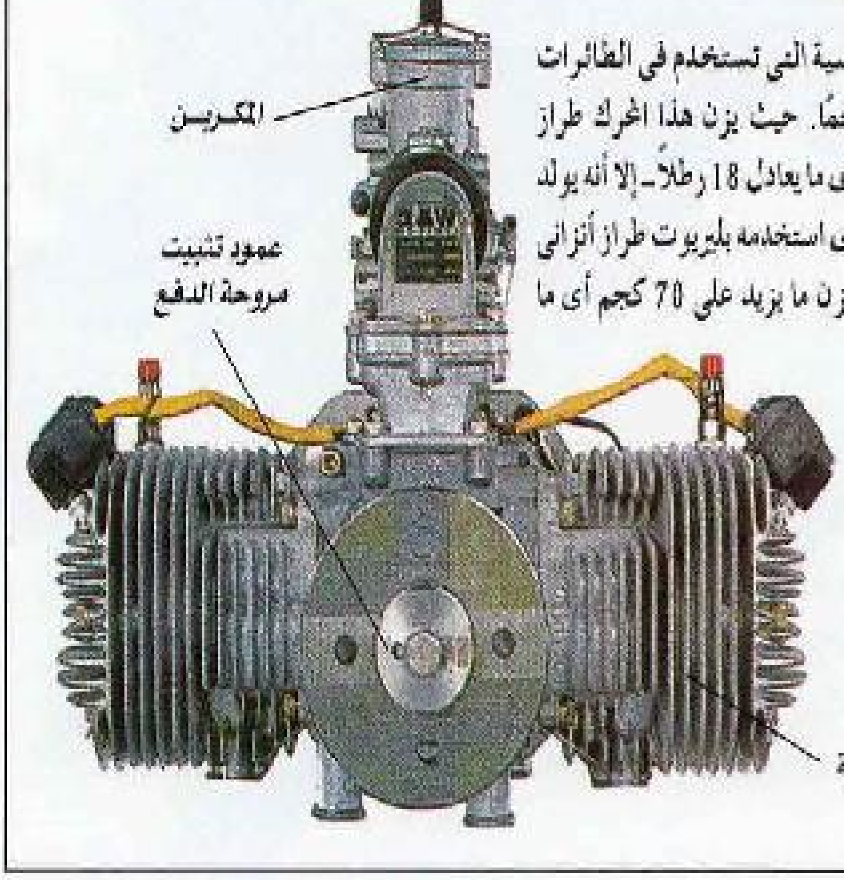


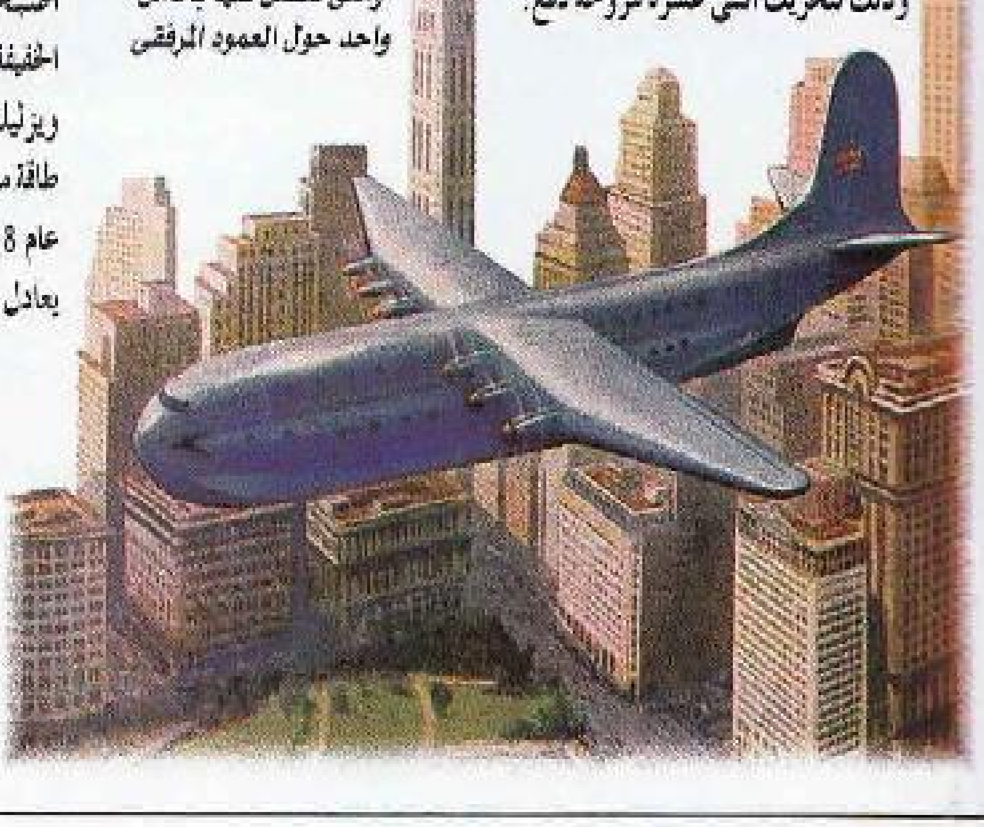
الطائرة العملاقة

لم تكن جميع الطائرات المزودة بمراوح دفع تدار بالمحركات المكبسية. إلا أن المركبة الطائرة العملاقة ساوندرز رو برينسس كانت مزودة بستة محركات دفع توربينية نفاثة كبيرة وذلك لتحريك اثنى عشرة مروحة دفع.

طاقة خفيفة

أصبحت المحركات المكبسية التى تستخدم فى الطائرات الخفيفة أخف وأصغر حجمًا. حيث يزن هذا المحرك طراز ويزليك 8.4 كجم فقط، أى ما يعادل 18 رطلاً- إلا أنه يولد طاقة مساوية للمحرك الذى استخدمه بليريوت طراز أنزانى عام 1908، والذى كان يزن ما يزيد على 70 كجم أى ما يعادل 150 رطلاً.





محركات الطائرات

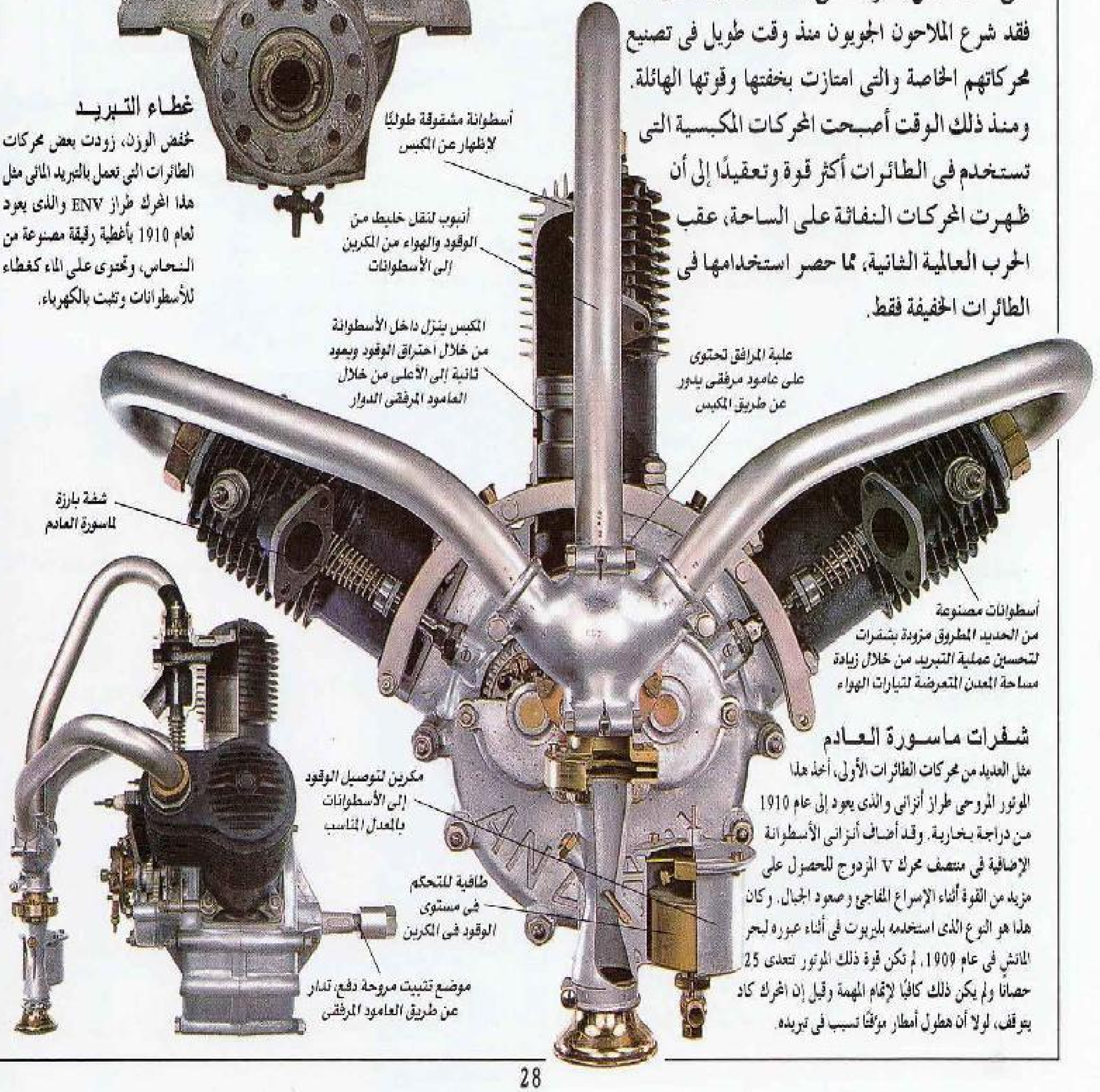
الشرارة الأساسية

مثل محركات السيارة، كان لمحركات الطائرات المكبسية شمعة إشعال وذلك لإشعال شحنة الوقود وبالتالى إنزال المكبس داخل كل أسطوانة على حدة.

صار التحليق الجوى بطائرات مزودة بمحركاتٍ أمرًا واقعًا مع تطور المحركات المكبسية للسيارات فى أوائل القرن العشرين. وفى الواقع فقد دفعت بعض من الطائرات الرائدة فى الهواء بمحركات مماثلة لتلك المستخدمة فى السيارات والدراجات البخارية بعد أن أدخل عليها بعض الملاحين الجويين العباقرة بعض التعديلات. وللأسف الشديد، فإن محركات الدراجات البخارية التى تعمل بالتبريد الهوائى غالبًا ما كانت تفقد طاقتها فى منتصف الرحلة أو ربما توقفت، أما بالنسبة لمحركات السيارات التى كانت تعمل بالتبريد المائى فقد كانت ثقيلة للغاية. لذا فقد شرع الملاحون الجويون منذ وقت طويل فى تصنيع محركاتهم الخاصة والتى امتازت بخفتها وقوتها الهائلة. ومنذ ذلك الوقت أصبحت المحركات المكبسية التى تستخدم فى الطائرات أكثر قوة وتعقيدًا إلى أن ظهرت المحركات النفاثة على الساحة، عقب الحرب العالمية الثانية، مما حصر استخدامها فى الطائرات الخفيفة فقط.

غطاء التبريد

لخفض الوزن، زودت بعض محركات الطائرات التى تعمل بالتبريد المائى مثل هذا المحرك طراز ENV والذى يعود لعام 1910 بأغطية رقيقة مصنوعة من النحاس، وتحتوى على الماء كغطاء للأسطوانات وتثبت بالكهرباء.



شفرات ماسورة العادم

مثل العديد من محركات الطائرات الأولى، أخذ هذا الموتور المروحى طراز أنزانى والذى يعود إلى عام 1910 من دراجة بخارية. وقد أضاف أنزانى الأسطوانة الإضافية فى منتصف محرك V المزدوج للحصول على مزيد من القوة أثناء الإسراع المفاجئ وصعود الجبال. وكان هذا هو النوع الذى استخدمه بلريوت فى أثناء عبوره لبحر المانش فى عام 1909. لم تكن قوة ذلك الموتور تتعدى 25 حصانًا ولم يكن ذلك كافيًا لإتمام المهمة وقيل إن المحرك كاد يتوقف، لولا أن هطول أمطار مؤقتًا تسبب فى تبريده.

ريش إضافية

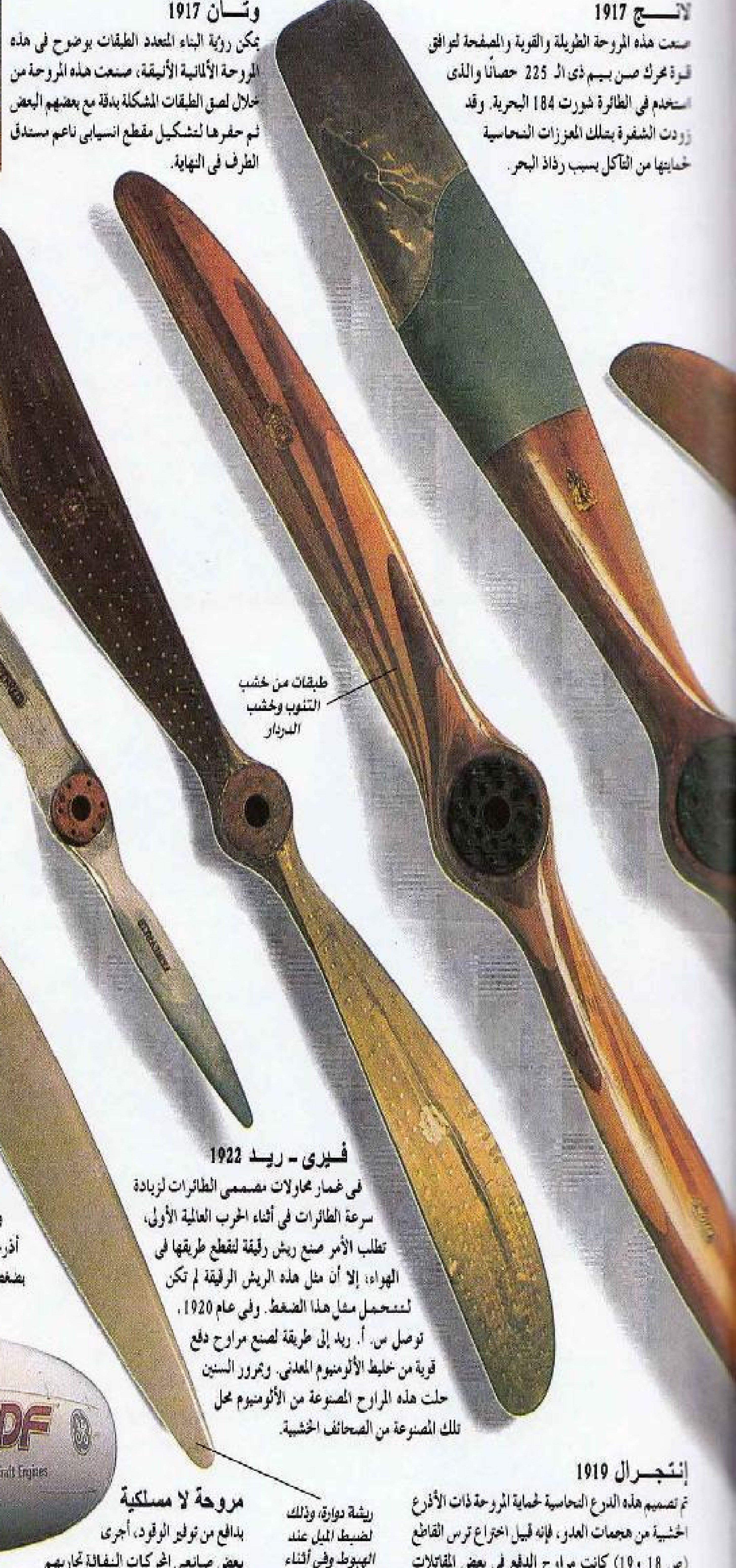
مع تزايد قوة المحركات، أضيفت ثلاث أو أربع ريش، وذلك للتكيف مع هذا الحمل الإضافي.

وتّان 1917

يمكن رؤية البناء المتعدد الطبقات بوضوح في هذه المروحة الألمانية الأنيقة، صنعت هذه المروحة من خلال لصق الطبقات المشكلة بدقة مع بعضهم البعض ثم حفرها لتشكيل مقطع انسيابى ناعم مستدق الطرف فى النهاية.

لانج 1917

صنعت هذه المروحة الطويلة والقوية والمصفحة لتوافق قوة محرك صن بيم ذى الـ 225 حصانًا والذى استخدم فى الطائرة شورت 184 البحرية. وقد زودت الشفرة بتلك المعززات النحاسية لحمايتها من التآكل بسبب رذاذ البحر.



هيلى شو بيتشام 1928

تحتاج الطائرة فى الأساس إلى مروحة دفع ذات ميل صريح وشديد للطيران على سرعات كبيرة فى حين تحتاج إلى ميل طفيف وذلك للحصول على دفعة قوية فى أثناء الإقلاع. ولذا ففى أواخر العشرينيات من القرن العشرين، شرع الكثير من الطائرات فى استخدام مراوح الدفع التى يمكن تغيير زاوية ذراعها لمواءمة الظروف المختلفة. وهذه المروحة بالتحديد والتى يمكن تغيير زاوية أذرعها كانت تعمل بضغط زيت المحرك.

فيرى - ريد 1922

فى غمار محاولات مصممى الطائرات لزيادة سرعة الطائرات فى أثناء الحرب العالمية الأولى، تطلب الأمر صنع ريش رقيقة لتقطع طريقها فى الهواء، إلا أن مثل هذه الريش الرقيقة لم تكن لتتحمل مثل هذا الضغط. وفى عام 1920، توصل س. أ. ريد إلى طريقة لصنع مراوح دفع قوية من خليط الألومنيوم المعدنى. وبمرور السنين حلت هذه المراوح المصنوعة من الألومنيوم محل تلك المصنوعة من الصحائف الخشبية.

مروحة لا مسلكية

بدافع من توفير الوقود، أجرى بعض صانعى المحركات النفاثة تجاربهم على مراوح الدفع التى أطلق عليها اسم المروحة اللا مسلكية وذلك فى الثمانينيات من القرن العشرين، إلا أنها لم تلق رواجًا تجاريًا.

إنتجرال 1919

تم تصميم هذه الدرع النحاسية لحماية المروحة ذات الأذرع الخشبية من هجمات العدو، فإنه قبيل اختراع ترس القاطع (ص 18 و19) كانت مراوح الدفع فى بعض المقاتلات الفرنسية مزودة بطبقة درعية ثقيلة، وذلك لحمايتها من هجمات المدافع الخاصة بتلك الطائرات نفسها.

مروحـــة الدفـــع

لم تتغير مراوح الدفع كثيرًا عن الأيام الأولى. فسرعان ما أدرك الأخـوان رايت أنهـا لـيست مجدافًا فـى الـهـواء فحسب، وإنما هى بمثابة أجنحة دوارة لدفع الطائرة إلى الأمام بنفس الطريقة التى ترفع بها الأجنحة الطائرة إلى أعلى. ولذا فإن شكل المروحة أساسى للأداء مثل شكل الجناح، كما أن التطور الطفيف فى تصميم المروحة عبر السنين قد أثر فى الأداء إلى حد كبير، كما زادت قوة هذه المراوح، أيضًا، حيث تغير بناؤها من رقائق (طبقات) من الخشب إلى خليط الألومنيوم، وذلك للتمشى مع قوة المحرك المتزايدة باستمرار.

الأخـوان رايـت 1909

صنع الأخوان رايت نفق الريح الخاص بهما لتجربة الأجنحة ومراوح الدفع. ويكشف هذا التصميم عن معرفتهما بأهمية ثنى الريشة وذلك للحصول على زاوية أقل فى الطرف.

فيليبـس 1893

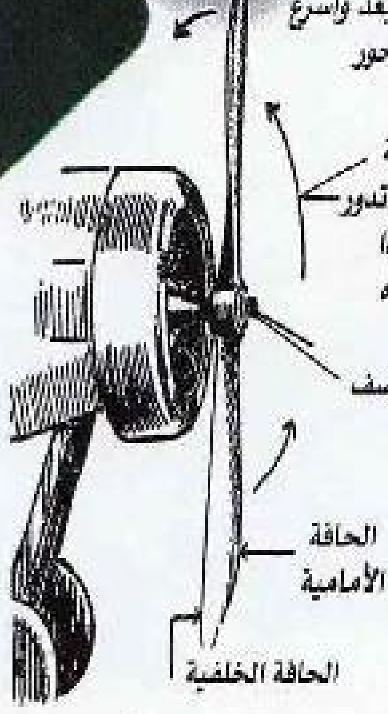
تلك المروحة القديمة، والتى تتخذ شكل المقطع الانسيابى (شكل الجناح) صممها الخبير هوراشيو فيليبس، وهى تشبه رزة المركب إلى حد كبير. إلا أنها كانت تعمل على نحو طيب حيث نجحت فى رفع طائرة تجريبية مقيدة تزن 180 كجم؛ أى ما يعادل 400 رطل.

باراجـون 1909

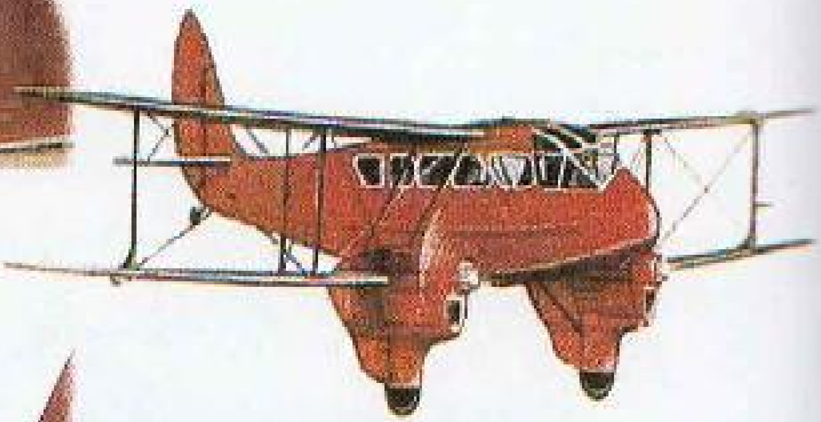
عملت هذه المروحة التجريبية بكفاءة؛ إلا أنه لم تكن هناك حاجة إلى ذلك الشكل المكنسى فى ذلك الوقت فى ظل سرعات اللف البطيئة.

الميـل والثنـى

تختلف قوة الدفع التى تولدها مروحة الدفع باختلاف سرعتها وكذلك باختلاف الزاوية التى تخترق بها ريشها الهواء ـ درجة الميل. وبما أن طرف مروحة الدفع يدور بسرعة أكبر من المحور، تم ثنى الريشة وذلك لجعل الزاوية أكثر انحدارًا بالقرب من صرة المروحة وأقل انحدارًا بالقرب من الطرف. بحيث يصير الدفع متعادلاً بطول الريشة.



مقصورة الركاب الخاصة بالطائرة دى هافيلاند دراجون

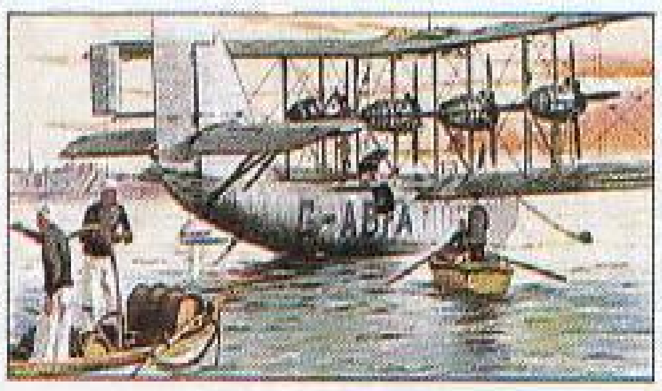


دى هـافيـلانـد دراجـون

هـاردى ترافيــلارز

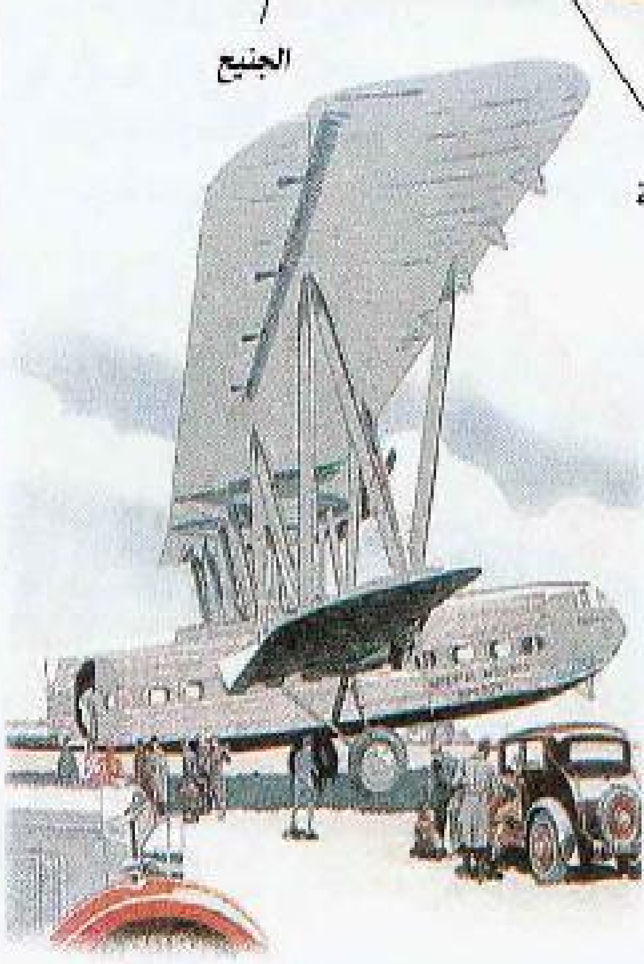
كانت طائرات الركاب الأولى صغيرة مقارنة بتلك الموجودة اليوم. وقد كانت الطائرة ديهافيلاند دراجون (الصورة أعلاه وإلى اليسار) والتى صنعت عام 1933 واحدة من أصغر طائرات الركاب، حيث كانت تقل ثمانية ركاب فقط. إلا أنه حتى الطائرة بوينج 247D لم تكن تقل سوى عشرة ركاب فقط. ولم تصبح صفوف المقاعد الثابتة معروفة إلا فى الثلاثينيات من القرن العشرين، حيث كان المسافرون الأوائل يجلسون على مقاعد غير ثابتة مصنوعة من الخوص. حتى فى تلك الثلاثينيات، كانت الرحلات الطويلة شاقة للغاية. فبدون مقصورة مكيفة الضغط كالتى تستخدم اليوم، (ص 34 و35)، لم يكن أمام الطائرات بد من أن تحلق على ارتفاع منخفض وكان المسافرون سيشعرون بالكثير من الرجات عبر المكان بسبب المطبات الجوية والدوامات. وكان الخيار الآخر هو التحليق عاليًا مما كان يعرض الركاب للبرد القارس والشعور بالغثيان بسبب الارتفاع.

مراكب طائرة إلى مصر



مع تطور السفن الطائرة الكبيرة، صار فى إمكان الأشخاص التحليق عبر مسافات شاسعة إلى أماكن غريبة. وكانت قدرة مثل هذه الطائرات على الهبوط على الماء ذات أهمية خاصة وذلك نظرًا لقلة عدد المطارات وبعد المسافة بينها فى ذاك الوقت. كما أن حدوث عطل ميكانيكى كان أمرًا واردًا وكذا كان لابد من التوقف أثناء الليل عند القيام بمثل هذه الرحلات الطويلة والبطيئة.

الطراز الإمبراطـورى



كانت الطائرات البريطانية ثنائية الجناح طراز هاندلى بيدج، مثل هذه الطائرة هرقل، من أكبر وأكثر طائرات الركاب فخامة فى الثلاثينيات من القرن العشرين. كما أن هذه الطائرات كانت آمنة للغاية، حيث كانت تحلق لمسافة تزيد على مليون ميل من خلال الخطوط الجوية الإمبراطورية (البريطانية)، بالرغم من ذلك لم تشهد أى حوادث مأساوية. إلا أنها كانت بطيئة وعتيقة الطراز لدى مقارنتها بطائرات الركاب الأمريكية.

الطيران حول العالم

تعتبر الحقبة الزمنية الواقعة بين الحربين العالميتين الأولى والثانية هى العصر التاريخى (الملحمى) للطيران ـ ذلك العصر الذى شهد أول رحلة عبر الأطلنطى دون انقطاع، والتى قام بها «ألكوك» و«براون» (ص 42)، وكذلك عبور ليندبرج وحيدًا (ص 26) وكذا رحلة كينجسفورد سميث الملحمية فوق الباسيفيكى فى عام 1928. يمثل هؤلاء الأبطال المغاوير مصدر الإيحاء الذى فتح الباب أمام الإيمان بالطيران، وللمرة الأولى أقلت الطائرات أناسًا فى رحلات منتظمة. وفى جميع أنحاء العالم، أنشئت شركات جديدة للطيران، وشيئًا فشيئًا جرب الأشخاص السرعة وتجربة الطيران الجديدة. وكانت الولايات المتحدة هى أكثر البلاد التى شهدت نمو الرحلات الجوية، حيث ساعدت العقود البريدية على تمويل شركات الطيران الناشئة. وهنا، بالتحديد، شهدت تصاميم الطائرات تطورًا سريعًا، وفى عام 1933، كشف النقاب عن بوينج 247، وهى أول طائرة ركاب حديثة فى العالم.

مطار كرويدون

لم تكن المطارات فى البداية سوى شريط أخضر للهبوط ومجموعة من الخيام. وقد أنشئت أول مبانٍ لمطار حديث فى العالم فى كرويدون، بالقرب من لندن، فى عام 1928.

نجوم فى السماء

كانت الرحلات الجوية بمثابة تجربة جديدة ورائعة، وكان معظم المسافرين الأوائل على طريق لندن ـ باريس المميز من نجوم الأفلام الأمريكية ومشاهير الرياضة.

هذا هو الربان

عندما أنشأت شركة إمبسون للشحن شركة طيران فى عام 1919، ارتدى طيارو الشركة الزى الأزرق الخاص بربان السفن. وقد أصبح هذا هو الزى الموحد للملاحين الجويين فى شركات الطيران.

مقصورة القيادة مزودة بطيار آلى وذلك لتخفيف الضغط على الملاح الجوى فى أثناء الرحلات الطويلة. وهى سمة متطورة للغاية بالنسبة لثلاثينيات القرن العشرين

الغلاف الخارجى للطائرة مصنوع من المعدن وهو قوى بما يكفى حتى إنه لم تعد هناك حاجة إلى الأسلاك والدعامات المتداخلة

ماسورة ضغط خاصة بمؤشر السرعة

منظر أمامى من الطائرة بوينج 247D

بوينج 247D

كانت الطائرة بوينج 247D واحدة من أكثر الطائرات تطورًا فى عصرها، وكانت مزودة بأجنحة أحادية ناعمة ملساء، وكان غلافها الخارجى انسيابيًا ومصنوعًا من المعدن بالكامل، أما عجلات الهبوط فكانت تنسحب إلى داخل الجناح فى أثناء التحليق فى الجو. وقد ساعد ذلك كله فى تقليل مقاومة الهواء الديناميكية كثيرًا حتى إن سرعة الطائرة 247D بلغت 300 كم/س أى ما يعادل 180 ميلاً فى الساعة ـ وكانت بذلك أسرع من المقاتلة الحربية. ولذا فقد صار فى إمكان المسافرين قطع المسافة عبر الولايات المتحدة الأمريكية فى أقل من 20 ساعة.

الطائرة بوينج 247D تحلق فى الهواء بعد أن انسحبت عجلات هبوطها إلى الداخل

دى هافيلاند كوميت

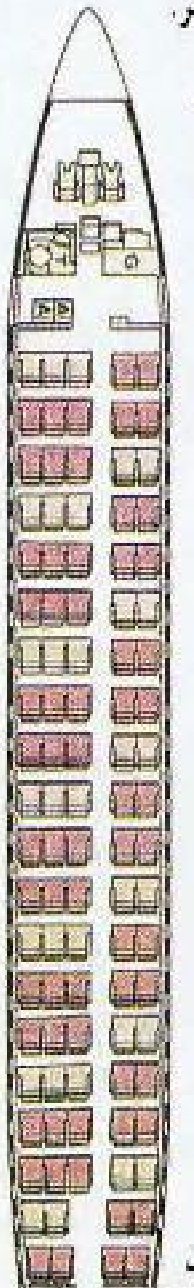
بدأ تشغيل كوميت، وهى أول طائرة نفاثة فى العالم، فى عام 1952 ـ وقد خفضت وقت الرحلات العالمية إلى النصف مرة واحدة. إلا أن بضع حوادث مأساوية وقعت لبعض طائرات كوميت الأولى: وبالرغم من ذلك يمكن القول بأن الطائرة بوينج 707 ودوجلاس DC-8 هما بحق الطائرتان اللتان بدأتا عصر الطائرات النفاثة.

الطائـرة النفاثـة العملاقـة (جامبـو)

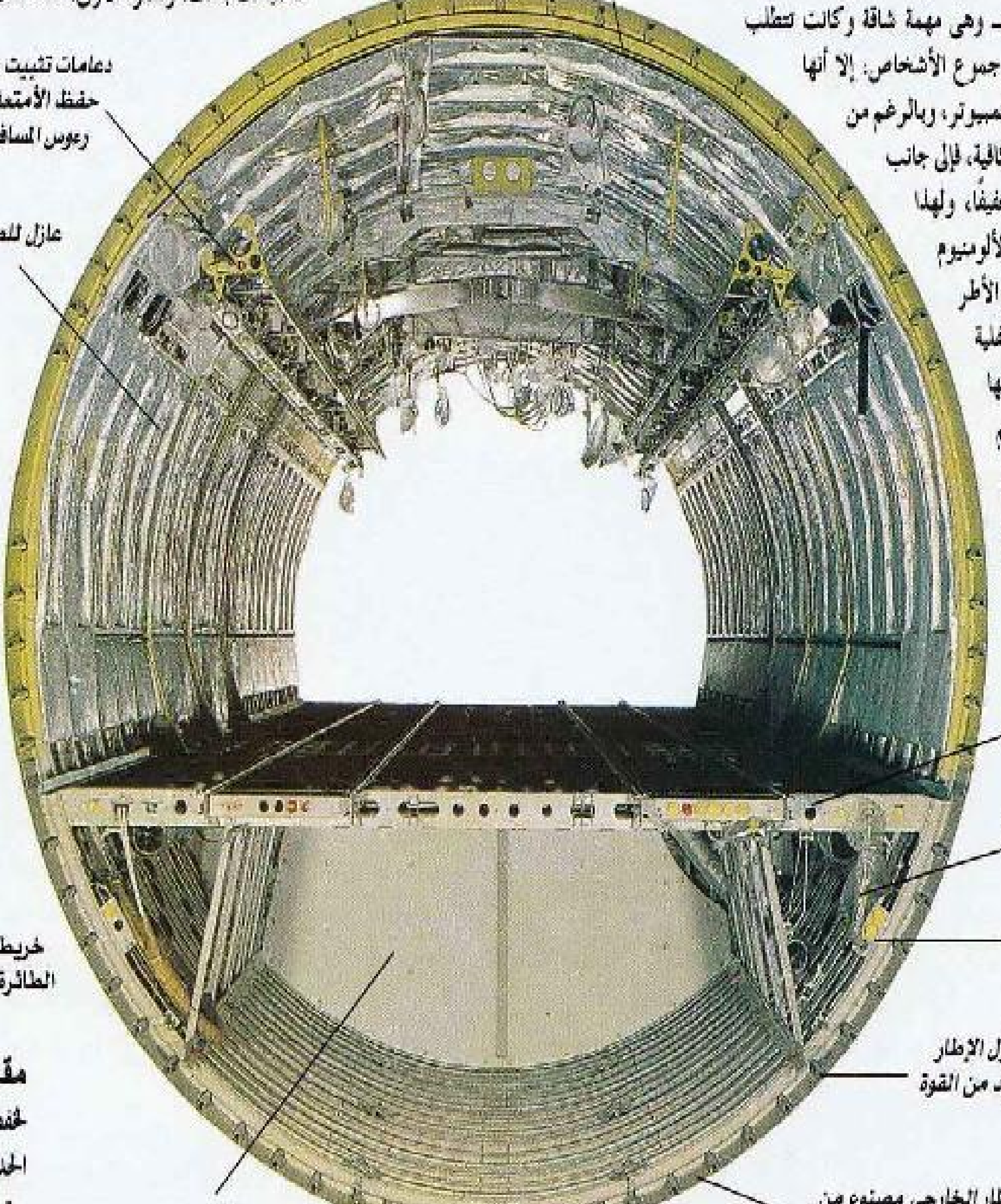
عندما بدأ تشغيل الطائرة العملاقة بوينج 747، وهى أول طائرة ذات جسم عملاق: وذلك فى عام 1970 اعتقد خبراء شركات الطيران أنه لن يأتى اليوم الذى يمكنهم فيه العثور على ما يكفى من الركاب للتحليق فيها: وفى الواقع أن هذه الطائرة الجامبو أدت إلى تخفيض أسعار الرحلات الجوية: فأصبحت بذلك، وللمرة الأولى، متاحة لملايين البشر.

داخـل جسم الطائـرة

لزم أن يكون هيكل الطائرة النفاثة قويًا وذلك لمقاومة ضغوط السرعة والمجهود المستمر للتوائم مع زيادة الضغط وانخفاضه. فقد تكون عواقب أى ضعف وخيمة للغاية. ولذا فقد تم تقويم قوة ومدى تحمل كل الأجزاء حتى الصغير منها بعناية فائقة ـ وهى مهمة شاقة وكانت تتطلب إجراء اختبارات الضغط على جسم الأشخاص: إلا أنها أصبحت أيسر باستخدام الكمبيوتر، وبالرغم من ذلك فإن القوة وحدها ليست كافية، فإلى جانب ذلك لزم أن يكون الهيكل خفيفًا، ولهذا السبب استخدم خليط معدن الألومنيوم بكثافة. كما توجد حلقة من الأطر وعوارض طولية فى المنطقة السفلية من داخل جسم الطائرة. ولكنها صغيرة ولذا يستمد جسم الطائرة قوته فى الأساس من الأنبوب المعدنى الخارجى، وبذا يصبح الهيكل قويًا وخفيفًا.



خريطة مقاعد الطائرة BAe 146



قطاع من جسم الطائرة BAe 146 من الداخل

مقاعـد محكمـة

لخفض التكاليف، فإن شركات الطيران الحديثة تحاول وضع أكبر عدد ممكن من مقاعد الركاب، إلا أن المسافة بين المقاعد تختلف بحسب درجة التذكرة، وما إذا كانت الطائرة مخصصة للرحلات الطويلة أم القصيرة.

منظر خلفى للجناح الأيمن للطائرة BAe 146 أثناء تصنيعه

الطـائـرة النفـاثـة الكـامـلـة

الطائرة BAe 146 طائرة حديثة متوسطة الحجم، تعمل بحوبلة محركات مروحية تيربو القوية، وذلك بحيث تكون اقتصادية وهادئة الصوت.

الطائـــرة النفاثـــة

تغير وجه السفر الجوى مع ظهور الطائرات النفاثة فى الخمسينيات من القرن العشرين. قبل ذلك، كان الطيران وقفًا على الأغنياء فقط، والآن أصبحت الرحلات الجوية فى مقدور ملايين البشر العاديين كل عام. والطائرات النفاثة ليست سريعة وهادئة فقط بالمقارنة بالطائرات الأولى ولكن يمكنها أيضًا التحليق بركابها عاليًا فوق الظواهر الجوية كما أنها تقل الركاب بسلاسة فى كبائن «مضغوطة» وذلك لحمايتهم من انخفاض الضغط الجوى على هذا الارتفاع. بالنظر إلى الشكل الخارجى، نجد أن الطائرات النفاثة الحديثة لا تختلف كثيرًا عن مثيلاتها التى كانت تصنع منذ ثلاثين عامًا، إلا أن الكثير من التكنولوجيا المتقدمة يقبع تحت هذا الشكل الخارجى. فقد أصبحت الطائرة النفاثة آمنة أكثر وذلك بفضل مجموعة من نظم الملاحة والتحكم الإلكترونى المعقدة. كما أن الإطارات الهوائية الحالية تحتوى على ألياف الكربون القوية والخفيفة وغيرها من مركبات المواد. كما ساعدت الأجنحة التى صممها الحاسب فى خفض تكاليف الوقود، وكذلك فإن محركات مروحة التيربو المتقدمة قللت كثيرًا من الضوضاء التى يصدرها المحرك.

مقاعد وثيرة فى السماء

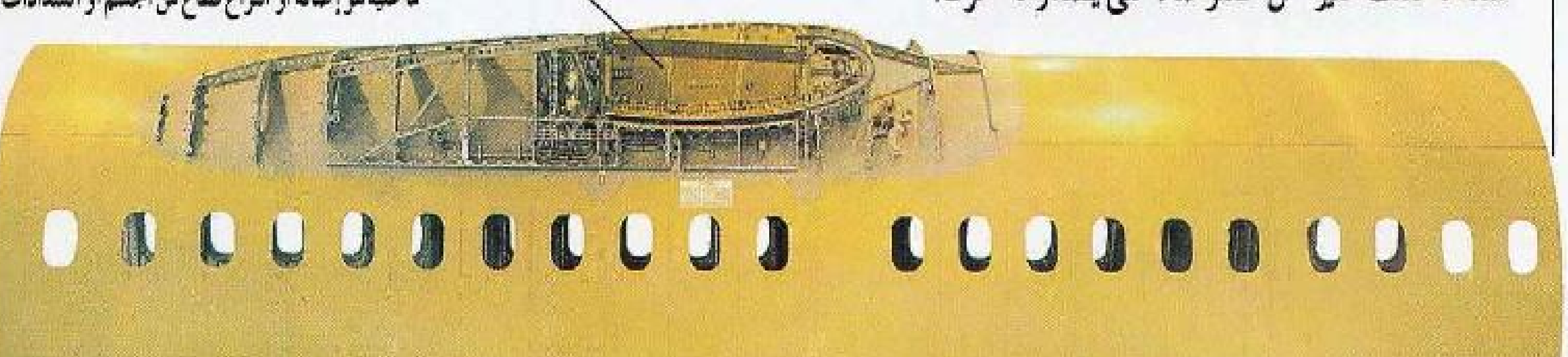
إن نعومة المحرك، والضوضاء القليلة فى المقصورة، وكذا التحليق على ارتفاعات عالية، كلها عوامل أسهمت فى جعل الطائرات النفاثة وثيرة للغاية.

قطعة بقطعة

تصنع الطائرات النفاثة الحديثة فى قطاعات ثم تجمع إلى بعضها البعض باستخدام مادة لاصقة. وقد وضع فى الاعتبار أن يكون عدد القطاعات قليلاً وذلك لتقليل الوصلات.

قطاع جسم الطائرة

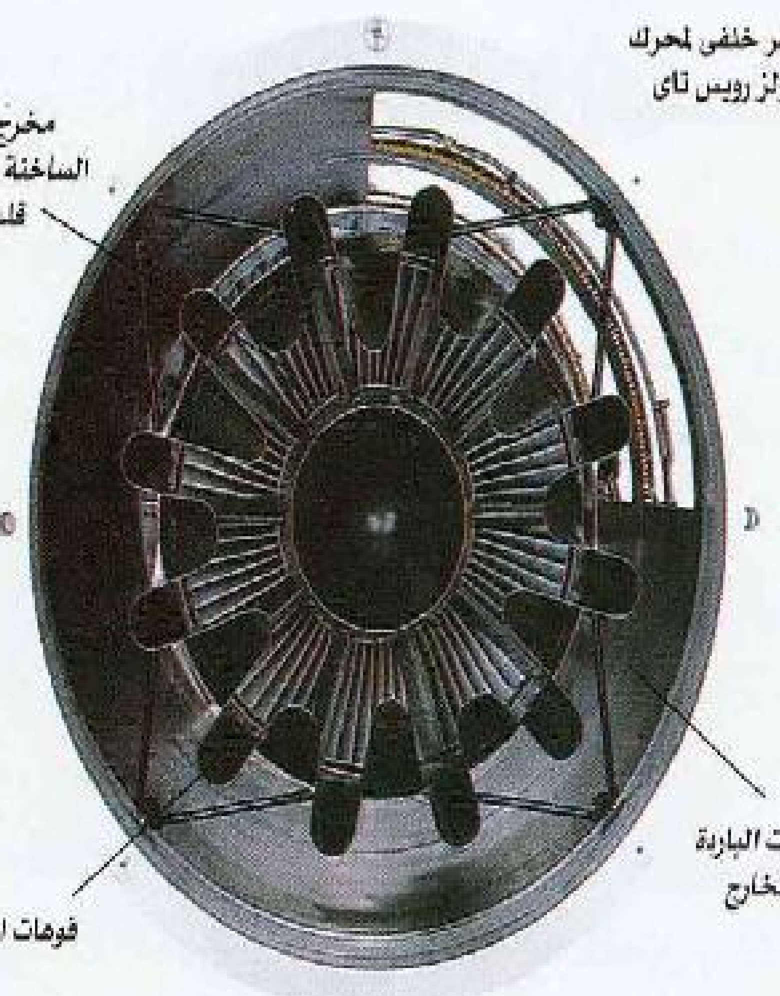
لا يتغير قطر النفق الخاص بجسم الطائرة بمعظم امتداد طولها. وذلك يجعلها أرخص وأسهل فى الصنع، حيث يكون جميع الأطر وأجزاء النفق نفس الشكل والحجم. وإذا ما أراد المصنع أن يجعل الطائرة أطول أو أقصر فكل ما عليه هو إضافة أو انتزاع قطاع من الجسم أو السدادات.



القطاع الأوسط من جسم الطائرة BAe 146 فى أثناء تصنيعه

الجنـــاح

كما تطور تصميم الجناح، تطورت كذلك أجنحة الطائرات النفاثة فأصبحت أرفع لدى مقارنتها بتلك الموجودة فى الطائرات القديمة (ص 32 و33) وذلك لخفض مقاومة الهواء، وبما أن الطائرات النفاثة تطير بسرعات عالية، كان لابد من تزويد أجنحتها بمجموعة معقدة من الجنيحات والرفارف، وللحصول على دفعة قوية ولمزيد من التحكم فى السرعات المنخفضة وأثناء الإقلاع، زودت كذلك برفارف جهاز التعطيل (مكابح هوائية) وذلك لخفض سرعة الطائرة سريعًا عقب الهبوط.

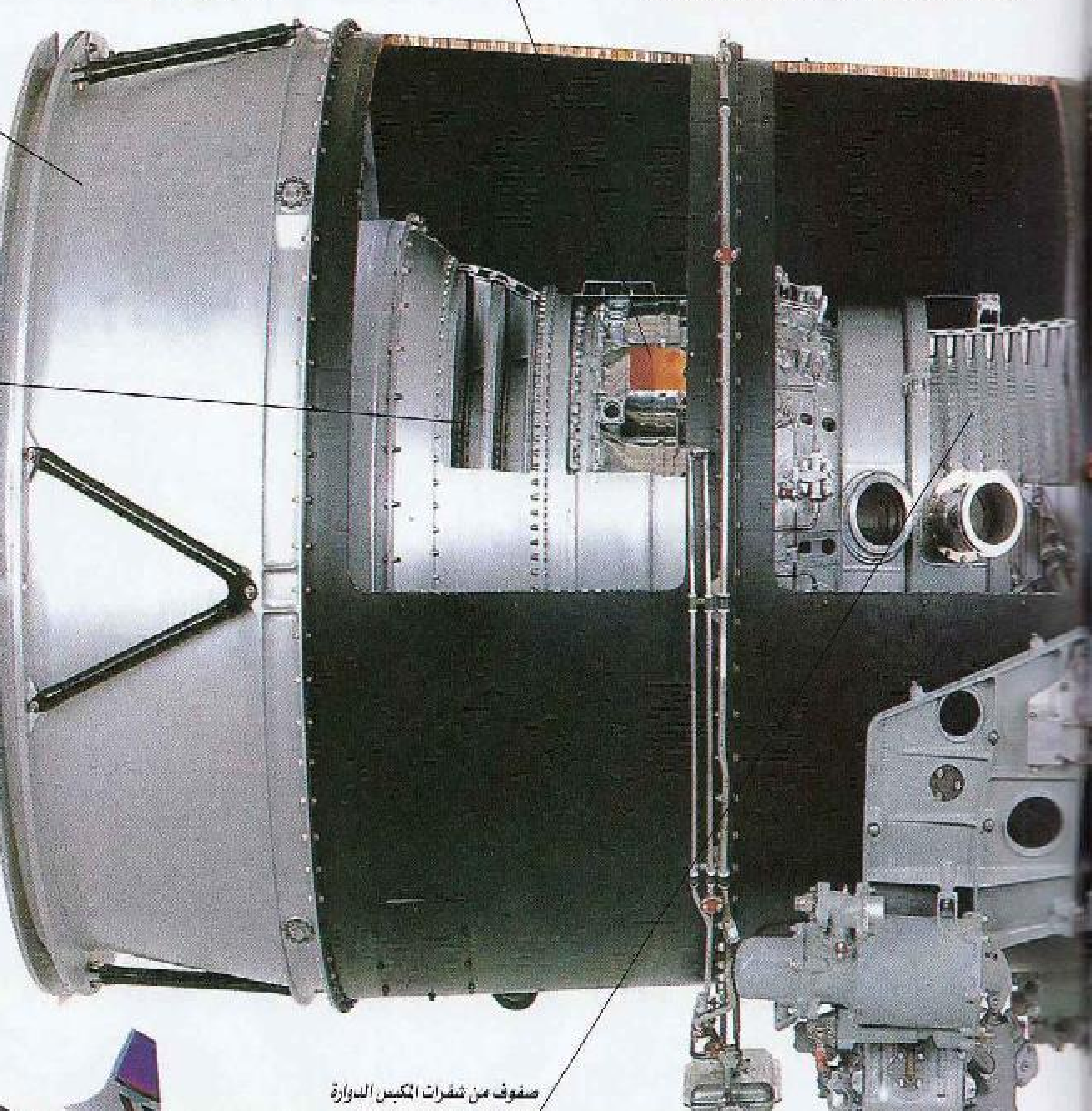


مروحة الطاقة

تدين المحركات التوربينية المروحية بطاقتها الهائلة إلى المروحة العملاقة الموجودة فى المقدمة، كما أن تصميم أذرع هذه المروحة له أعظم الأثر فى توفير الوقود، ففى محرك رولز رويس تاى تدفع المروحة أكثر من ثلاثة أضعاف الهواء من خلال قناة السحب التى تمر من خارج المحرك، وذلك لمنح دفع مساوٍ لذلك المنبعث من داخل المحرك. وفى المحركات التوربينية المروحية الأولى، كانت النسبة متساوية تقريبًا.

تدفقات ساخنة وباردة

معظم قوة الدفع الخاصة بالمحركات التوربينية المروحية تأتى من تيارات الهواء البارد، المندفعة فى قناة السحب التى تمر بخارج المحرك. وكلما زادت سرعة خروج التيارات الساخنة من المحرك من خلال فوهات العادم المشحمة، زادت سرعة الطائرة. وهذا الشحم يساعد فى مزج التيارات الساخنة مع الباردة وبالتالى يقلل من الضوضاء.



ما وراء الصوت

يمكن للطائرة كونكورد ـ وهى طائرة الركاب الوحيدة التى تخترق سرعة الصوت ـ أن تعبر الأطلنطى بضعف سرعة الطائرات النفاثة التقليدية؛ إلا أن محركها التوربينى النفاث يصدر ضوضاء عالية للغاية.

الدفــع النفــاث

فجر مولد المحرك النفاث فى أواخر الثلاثينيات من القرن العشرين ثورة فى عالم الطيران. كانت بعض من أفضل الطائرات المزودة بمحركات مكبسية تطير على سرعات فاقت 700 كم/س أى ما يعادل 440 ميلاً فى الساعة فى ذلك الوقت - ولكن ذلك كان يتطلب حرق كميات هائلة من الوقود. غير أن المحركات النفاثة جعلت بلوغ مثل هذه السرعات أمراً سهلاً للغاية، حتى إنه فى أوائل الستينيات من القرن العشرين، كانت طائرات الركاب الكبيرة التى تعمل على خطوط طيران بمواعيد تطير بسرعات أكبر من ذلك - كما بلغت سرعة بعض الطائرات الحربية حوالى 2,500 كم/س (أى ما يعادل 150 ميلاً فى الساعة)، أكثر من ضعف سرعة الصوت. والآن غدت جميع طائرات الركاب تقريبًا، ومعظم الطائرات الحربية، وكذا الكثير من طائرات رجال الأعمال (الطائرات الخاصة) تعمل بواحد من أنواع مختلفة من المحركات النفاثة. وباستثناء الطائرة كونكورد، أثبت الطيران بسرعة تفوق سرعة الصوت أنه أمر مكلف للغاية ويسبب الكثير من الضوضاء بالنسبة لطائرات الركاب ولاتزال تكنولوجيا المحركات النفاثة تحقق المزيد من التطور بخطوات ثابتة.

اختراق حاجز الصوت

فى عام 1947، وفى الطائرة الصاروخية بيل X-1 التى صنعت بشكل خاص، نجح الطيار الاختبارى تشاك ييجر فى تجاوز سرعة الصوت - حوالى 1,100 كم/س أى ما يعادل 700 ميل فى الساعة.

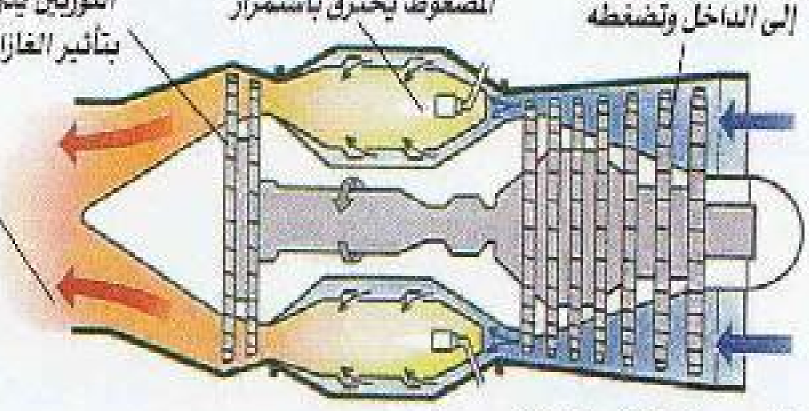
أول محـرك نفـاث

صنع أول النماذج الأصلية من المحركات النفاثة فى ذات الوقت على يد بابست فون أوهاين فى ألمانيا وفرانك ويتل فى بريطانيا - بالرغم من عدم دراية أى منهما بعمل الآخر. وقد تم استخدام محرك ويتل لـلمرة الأولى فى جلوستر E28/39 عام 1941 (الصورة فى الأعلى).

قـوة التـوربيـن

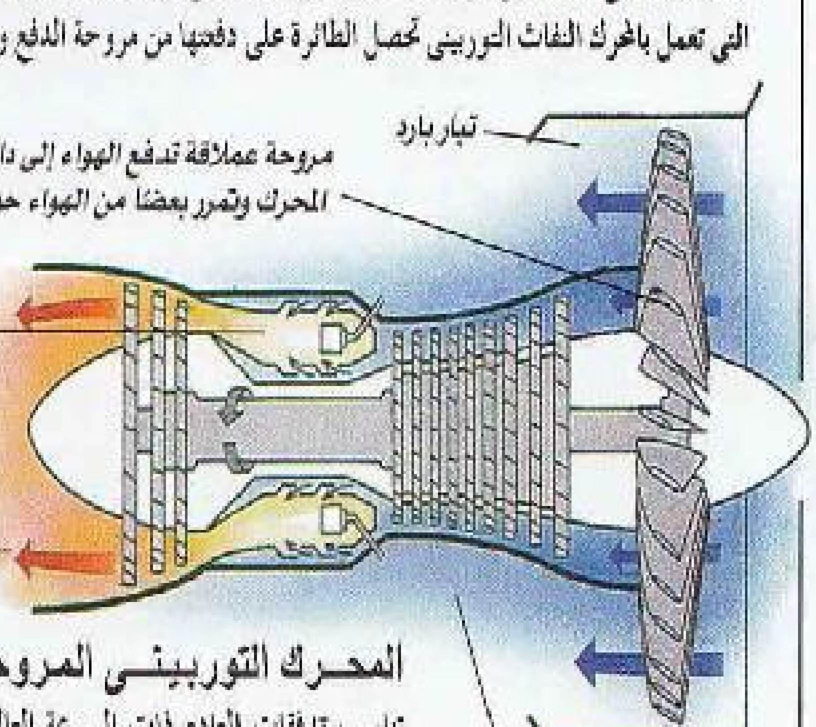
يجدر بنا إطلاق اسم «توربينات الغاز» على المحركات النفاثة. وهى تشبه المحركات المكبسية حيث إنها تستقى طاقتها من حرق الوقود. والفارق بينهما هو أن عملية حرق الوقود تستمر بشكل متواصل وذلك لتدوير أذرع التوربين بدلاً من أن تكون متقطعة للضغط على المكبس. وفى المحرك النفاث التوربينى، يكون دور التوربين هو تشغيل المكبس، وفى المحرك المروحى التوربينى، يكون دوره هو تشغيل المروحة الكبيرة الموجودة فى المقدمة كذلك.

محرك توربينى مروحى طراز رولز رويس تاى، بعد إزالة الغطاء الخارجى



المحـرك النفـاث التوربينى

تعمل أبسط المحركات النفاثة - «المحركات النفاثة التوربينية» - عن طريق دفع تدفقات الهواء الساخن من الخلف، وتلك التدفقات تضرب الهواء بسرعة كبيرة حتى إن رد الفعل يدفع الطائرة إلى الأمام، مثل البالون الذى يفرغ منه الهواء. وفى المحركات التوربينية المروحية، تمتزج تدفقات الهواء الساخن مع السحب الخلفى المنبعث من المروحة ذات الريش المتعددة، فى حين أنه فيما يتعلق بالطائرات التى تعمل بالمحرك النفاث التوربينى تحصل الطائرة على دفعتها من مروحة الدفع وحدها.



المحـرك التوربينـى المروحـى

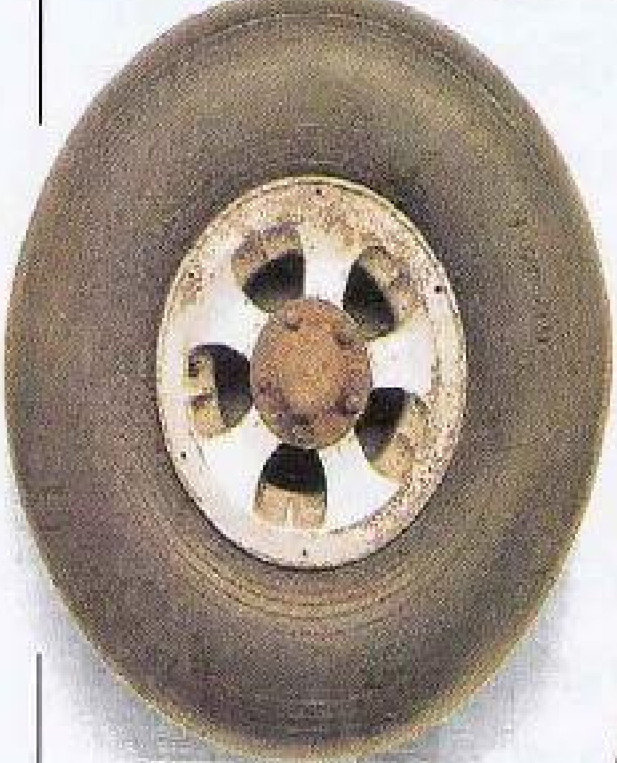
تناسب تدفقات العادم ذات السرعة العالية من المحركات التوربينية النفاثة طائرات مثل الكونكورد وكذا الطائرات الحربية ذات السرعة العالية، إلا أن معظم طائرات الركاب تستخدم محركات مروحية أهدأ، لا يتكلف تشغيلها كثيراً. وفى تلك المحركات: يمر الهواء المنبعث من مروحة عملاقة تديرها توربينات إضافية حول المحرك، مما يعطى دفعة هائلة وخاصة فى السرعات المنخفضة.

الهبوط بخفة

فيما زادت سرعة الهبوط بشدة مع ظهور الطائرات النفاثة في الخمسينيات من القرن العشرين، وبعد فترة وجيزة، بنيت ممرات ممهدة حتى يتسنى للطائرات النفاثة أن تهبط بأمان عليها، كما أن الطائرات الكبيرة صارت مزودة «بهيكل للعجلات» مكون من أرجل الهبوط متعددة العجلات وذلك عوضًا عن العجلة الواحدة. امتازت هياكل العجلات بصغرها وخفتها، والأهم هو أنها وزعت حمل الهبوط على مسافة أكبر ـ كما أنها قللت من خطر انفجار الإطارات وفي ذات الوقت، زودت معظم الطائرات بعجلات تحت المقدمة، وكان معنى ذلك أنه قد أصبح في إمكان الطائرات أن تهبط باستواء وأن تنزل بكفاءة على ممر الهبوط مثل السيارة. وقبل تلك العجلات الأمامية، كان على الطيارين تعلم مهارات إيقاف الطائرة باستواء فوق الأرض تمامًا بحيث يمكنهم إنزال العجلات الأساسية وعجلات الذيل على ممر الهبوط في ذات الوقت.

إلى أعلى وأسفل

في محاولة للوصول إلى سرعات أعلى، طورت ولأول مرة في مقاتلات الحرب العالمية الثانية آليات بسيطة، مثل الطائرة سبيت فاير (الصورة في الأعلى) لطي العجلات داخل الجناح في أثناء الطيران.



عجلات الطائرة سبيت فاير

استخدمت العجلات الخفيفة والقوية والمصنوعة من خليط من صبات المعادن والتي يشيع استخدامها في السيارات في الوقت الحالي، في طائرات مثل الطائرة سبيت فاير منذ عدة سنوات، وذلك قبل أن تختبر على السيارات.

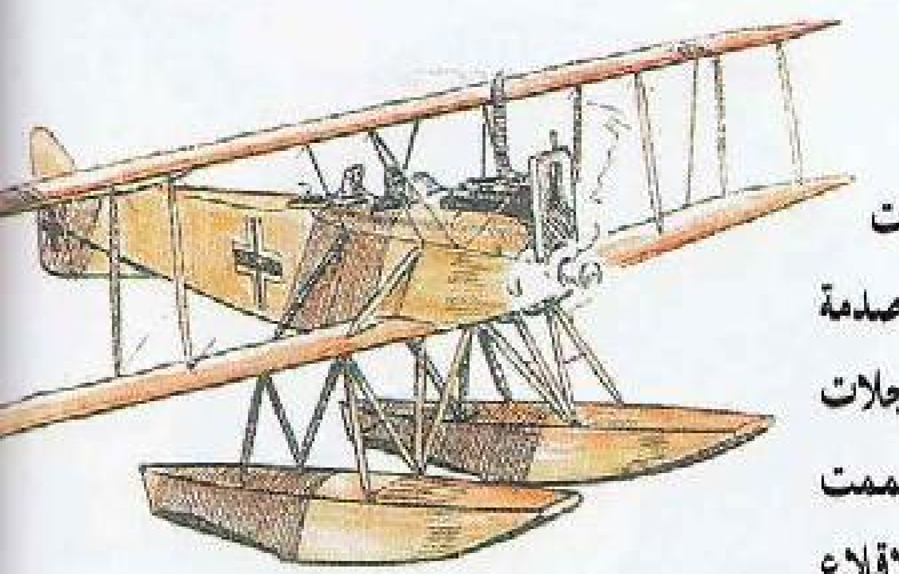
عجلة من الصلب

كانت العجلات المصنوعة من الصلب المضغوط قوية بما يكفي لتحمل الطائرات الأكثر وزنًا وسرعة التي ظهرت في العشرينيات من القرن العشرين. وهذه العجلة تخص طائرة طراز هوكر هارت تشبه تلك الموجودة في صفحة 24.

عجلتان كبيرتان

كانت طائرات الركاب الكبيرة أحادية الجناح والمقاتلات التي صممت في الثلاثينيات والأربعينيات من القرن العشرين مزودة بعجلة واحدة عملاقة تنسحب إلى الداخل في كل من الجناحين. وفي هذه الطائرة بالتحديد وهي طائرة ركاب طراز آرمسترونغ ويتورث، كانت ساق الهبوط الخلفية تطوى في الوسط، بحيث يستطيع مرفاع هيدروليكي رفع العجلة ثانية إلى داخل الجزء الخاص بالمحرك في أثناء الطيران.

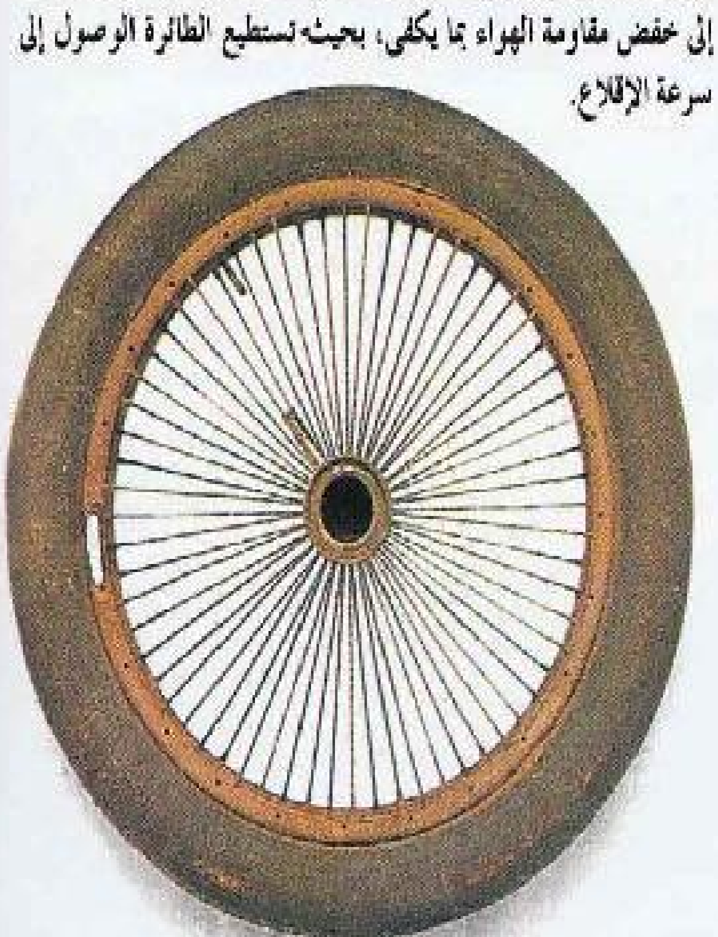
عـــدة الهـبـــوط



كانت الطائرات الأولى تهبط على عجلات مأخوذة من السيارات والدراجات البخارية، ومحمولة على قوائم خشبية أو معدنية. وكانت بحق تفي بالغرض، إلا أن صدمة الهبوط السيئ كانت كفيلة بتحطيم تلك القوائم. وبعد ذلك بوقت قصير زودت عجلات الهبوط بعوارض طولية، وذلك لامتصاص الصدمات، ومنذ ذلك الوقت صممت عجلات خاصة للطائرات. إلا أنه في ظل تزايد وزن الطائرات وسرعات الإقلاع والهبوط حلت عجلات من الصلب المضغوط وأرجل الهبوط المبللة بالسائل محل القوائم الخشبية والعجلات السلكية. كما أصبحت العجلات تثبت في الأجنحة بعيدًا عن بعضها البعض وذلك لتحقيق ثبات أكبر. وبدءًا من الأربعينيات من القرن العشرين أصبح العجل مزودًا بإمكانية الدخول إلى داخل الجناح في أثناء التحليق وذلك لخفض مقاومة الهواء، وذلك في جميع الطائرات إلا الصغير منها. ومع بزوغ عصر المحركات النفاثة الذى تلا الحرب العالمية الثانية، تزايد الطلب على عدة الهبوط. حتى إنه تم تجريب بعض الابتكارات مثل القرص والمكابح المقاومة للانزلاق، تلك الابتكارات التى استخدمت لاحقًا فى السيارات. وتعد عجلات الهبوط الموجودة في الطائرات النفاثة الحديثة قطعًا معقدة للغاية من الآلات المزودة بأنظمة محكمة للتعليق والفرامل، والتى صممت أساسًا لدعم الطائرة التى تزن 150 طنًا فى أثناء الهبوط بسرعة قد تزيد على 200 كم/س أى ما يعادل 125 ميلاً فى الساعة؛ بحيث توقفها بسرعة وأمان.

الهبـوط علـى المـاء

في الأيام التى كان عدد ممرات الهبوط الجيدة فيها قليلاً إلى جانب كونها متباعدة، كان من الضرورى التفكير فى الهبوط على الماء. وفى الطائرات البحرية، ساعدت السلمة التى يصل طولها إلى ثلثى الجزء السفلى من الزلاجة الطائرة فى الهبوط على الماء كما لو كانت قاربًا سريعًا. وأدى ذلك إلى خفض مقاومة الهواء بما يكفى؛ بحيث تستطيع الطائرة الوصول إلى سرعة الإقلاع.



العجلة ذات الأسلاك الخفيفة

لم تكن هناك مكابح فى هذه العجلة المأخوذة من إحدى طائرات الحرب العالمية الأولى، ولذا لم تكن هناك حاجة لأسلاك متشابكة لمقاومة قوة المكابح.

الهبـوط برفـق

كانت الطائرة ديبردوسين التى تعود إلى عام 1909 تهبط برفق وببطء شديدين حتى إن الأربطة المطاطية المرنة كانت تقوم بعمل النابضات للهبوط بكفاءة معقولة، كما ساعدت الألواح المقوسة الموجودة فى المقدمة على حماية الطائرة من الانقلاب إلى الأمام عند الهبوط على أرض غير صلبة ـ وقد كان ذلك خطرًا محتملاً فيما مضى.

زلاجات قفازة للذيل

كانت الأطراف الخلفية من الطائرات الأولى خفيفة للغاية، ولذا لم تكن هناك حاجة لوضع عجل فى المؤخرة، وعوضًا عن ذلك وضع لوح؛ ليفى بالغرض.

الدوران إلى اليسار

عند الدوران إلى اليسار، يدفع الملاح الجوى عمود التحكم إلى اليسار، وينتج عن ذلك رفع الجنيح الموجود على الجناح الأيسر، لخفض قوى الرفع به، وخفض الجنيح الموجود على الجناح الأيمن، لزيادتها.

الدوران إلى اليمين

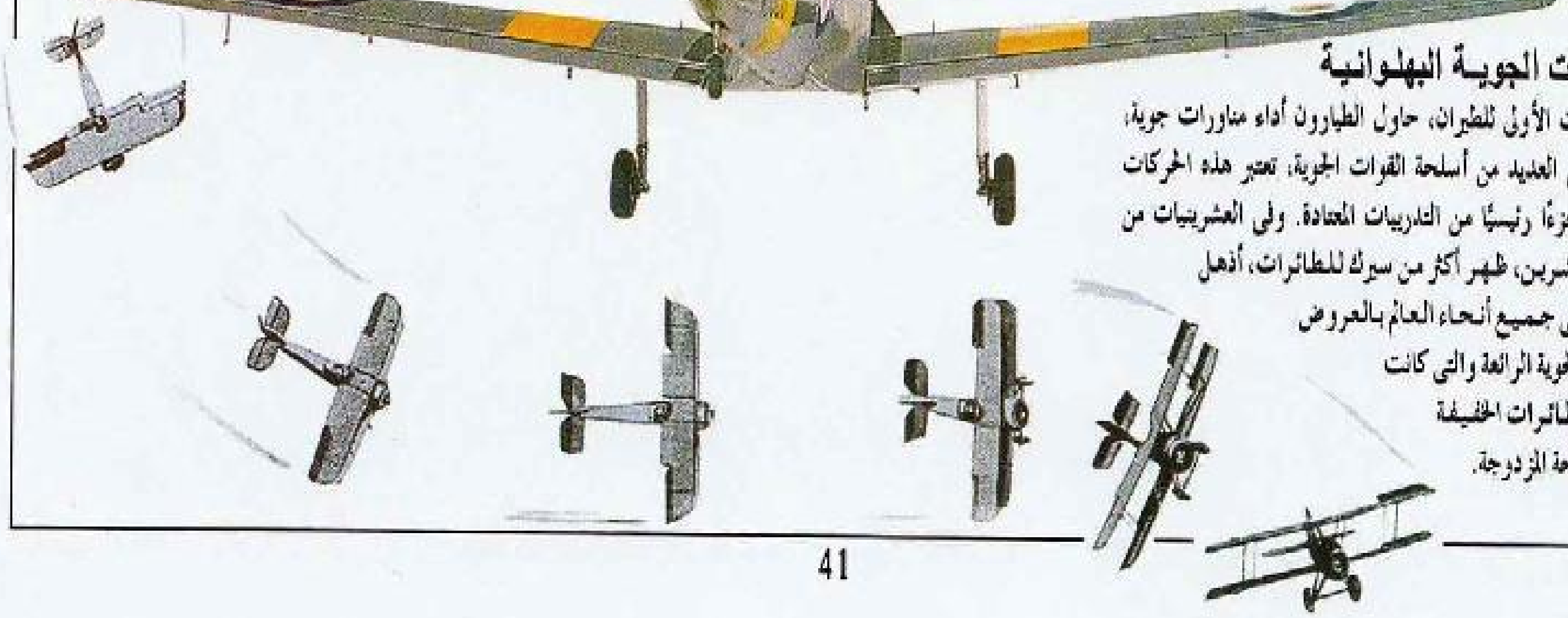
عند الدوران إلى اليمين، يدفع الملاح الجوى عمود التحكم إلى اليمين، وينتج عن ذلك رفع الجنيح الأيمن وخفض الجنيح الأيسر، فإذا ما ظلت الجنيحات على انحرافها، فقد تدور الطائرة أكثر وأكثر وقد ينتهى بها الأمر إلى الدوران حول نفسها، ولذا يتحتم على الملاح الجوى إعادة عمود التحكم إلى استقامته بمجرد تدور الطائرة على الزاوية الصحيحة.

الالتفاف يساراً

عند التحرك على الأرض، فإن دفع عمود دفة الاتجاه بالقدم اليسرى نحو اليسار يسبب انعراج الطائرة فى نفس الاتجاه، ولكن لا يمكن تحويل اتجاه الطائرة بهذه الطريقة فى الهواء، وبدلاً من ذلك يجب أن تنزلق الطائرة جانبيًّا بشكل دائرى ـ تمامًا مثل الانعطاف بالدراجة. وللانزلاق بهذه الطريقة، لابد للطيار من أن يجعل الطائرة تنعرج وتتدحرج فى ذات الوقت، والانزلاق الجانبى للالتفاف يسارًا يعنى دفع ذراع التحكم إلى اليسار مع الضغط على دفة الاتجاه بالقدم اليسرى.

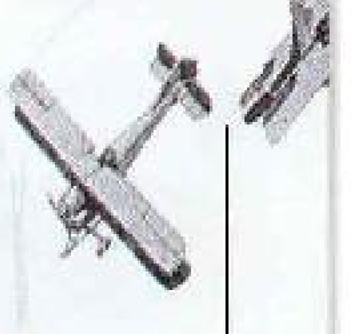
الالتفاف يمينًا

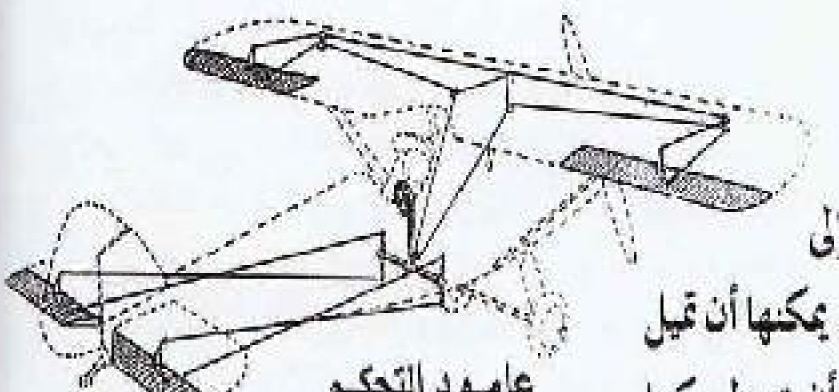
أداء الانزلاق الجانبى بغرض عمل التفاف نحو اليمين يلزم الضغط على عمود دفة الاتجاه بالقدم اليمنى، مع دفع عمود التحكم نحو اليمين فى ذات الوقت. والمهارة والخبرة أمران ضروريان وذلك لموازنة حركة دفة الاتجاه مع حركة عمود التحكم وذلك لضبط زاوية الالتفاف.



الحركات الجوية البهلوانية

منذ البدايات الأولى للطيران، حاول الطيارون أداء مناورات جوية، حتى إنه فى العديد من أسلحة القوات الجوية، تعتبر هذه الحركات البهلوانية جزءًا رئيسيًّا من التدريبات المعتادة. وفى العشرينيات من القرن العشرين، ظهر أكثر من سيرك للطائرات، أذهل الجماهير فى جميع أنحاء العالم بالعروض البهلوانية الجوية الرائعة والتى كانت تؤدى بالطائرات الخفيفة ذات الأجنحة المزدوجة.



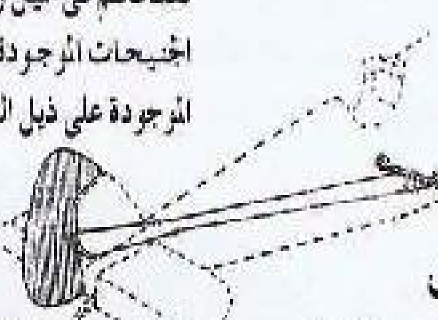


التحكم فى الطائرة

تدور عجلات القيادة الخاصة بالطائرة أو السيارة إلى اليمين أو إلى اليسار فقط، إلا أن الطائرة يمكن التحكم فيها على نحو ثلاثى الأبعاد. يمكنها أن تميل إلى أعلى أو إلى أسفل ويمكنها كذلك أن تصعد أو أن تهبط، كما يمكنها الدوران من جانب إلى آخر، من خلال خفض أى من الجناحين. وأن تنعرج إلى اليمين أو إلى اليسار مثل السيارة تمامًا. ولأداء العديد من المناورات الجوية، يستخدم الطيار كل هذه المهارات مجتمعة للتحكم فى الطائرة، مما يجعل الطيران يتطلب تنسيقًا جيدًا. وفى الحقيقة أنه ما دامت الطائرة تحلق فى الجو، يحتاج الطيار دومًا إلى ضبط آليات التحكم، حتى يحافظ على الاتجاه المستقيم للطائرة وعلى استوائها ـ ذلك أنه حتى فى الأيام الهادئة، قد تؤثر الاضطرابات الهوائية على التوازن. وقد يقوم الطيار الآلى بهذه المهمة وبالتالى يسهل كثيرًا على الطيار مهمته.

عامود التحكم

منذ عام 1909، ابتكر بلريوت وغيره من الرواد الفرنسيين رافعة أحادية؛ أو رافعة وعجلة وذلك للتحكم فى الميل والدوران. وتقوم هذه بتشغيل الجنيحات الموجودة على الجناح وكذلك الرافعات الموجودة على ذيل الطائرة عن طريق أسلاك.



قضيب دفة الاتجاه

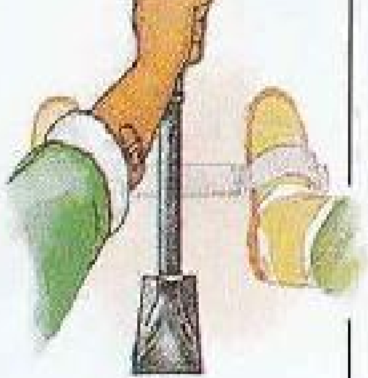
يتم التحكم فى الانعراج من خلال الضغط على دفة الاتجاه بالقدم اليمنى أو اليسرى وذلك لحمل دفة الاتجاه على التأرجح إلى اليمين أو إلى اليسار.

الانهيار

إذا ما كانت الطائرة تحلق بسرعة منخفضة للغاية، فقد لا يكون تدفق الهواء على الجناحين كافيًا لإعطائها دفعة كافية. ولذا فقد تصبح فى حالة انهيار، حيث تميل إلى الأسفل كما أنها قد تدور، ويمكن للطيار المتمرس فى هذه الحالة أن يتغلب على ذلك.

توجيه الطائرة إلى أعلى

يؤدى سحب عامود التحكم إلى الخلف إلى رفع دفات الرفع. فإذا ما كانت الطائرة تطير بشكل مستوى، فإن مقدمة الطائرة ترتفع، فتتجه الطائرة إلى أعلى؛ حيث يلتقى الجناح مع الهواء بزاوية فمن شأن ذلك أن يعطيها دفعة أكبر، وعند زيادة طاقة المحرك تبدأ الطائرة فى الصعود.



الطيران بشكل مستو

عند الطيران بشكل مستو، يساعد الذيل فى الحفاظ على ثبات الطائرة، تمامًا مثل الذيل الموجود فى السهم أو الرمح الخفيف. فإذا ما ارتفعت الطائرة أو هبطت بسبب اضطراب تدفق الهواء يساعد الذيل فى الحفاظ على استوائها.

توجيه الطائرة إلى أسفل

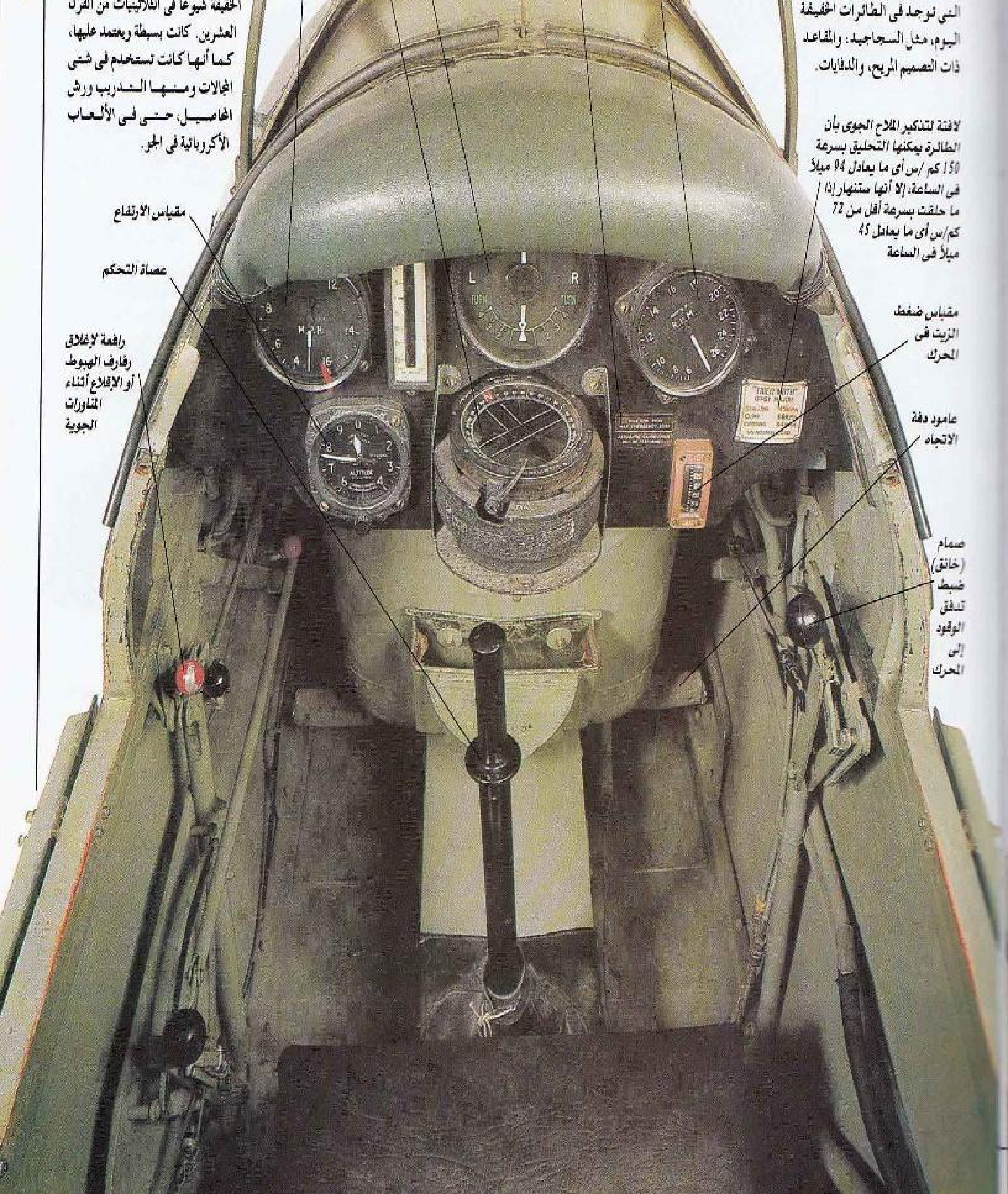
يؤدى خفض دفة الرفع، عن طريق دفع عمود التحكم إلى الأمام، إلى ارتفاع ذيل الطائرة. يتغير اتجاه مقدمة الطائرة إلى الأسفل فتتزايد سرعة الطائرة فى أثناء هبوطها. وفى محاولة لخفض سرعة الطائرة فى أثناء الهبوط، وصولاً إلى هبوط طبيعى، يخفف الملاح الجوى من تدفق الوقود إلى المحرك فى ذات الوقت للحد من طاقة المحرك.

تايجر موث

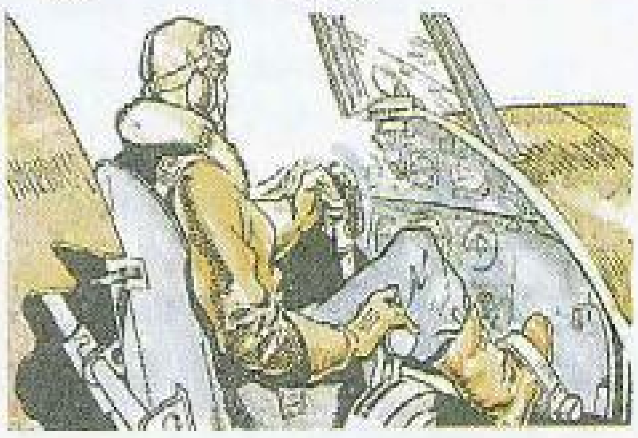
بحلول الثلاثينيات من القرن العشرين أصبحت «عصاة التحكم» هي شكل التحكم القياسي، وأصبحت جميع الطائرات حتى البسيطة منها، مثل الطائرة تايجر موث التابعة لدى هافيلاند مزودة بمجموعة من المعدات الأساسية: مثل مؤشر سرعة الهواء، ومقياس الارتفاع، ومؤشر الميل، وبوصلة، وعداد لقياس دورات المحرك، وعداد لقياس ضغط الزيت. ولكن حتى تلك اللحظة، لم يبتكر أفق اصطناعي لمساعدة الطيار في الحفاظ على مستوى ثابت للطائرة، ولذا لم تكن قيادة الطائرات ممكنة إلا في وجود جو صاف، عندما يكون الأفق مرئيًا. كانت مقصورة القيادة تحتوي على كل ما هو أساسي وحسب، دون أي من الأشياء المريحة التي توجد في الطائرات الخفيفة اليوم، مثل السجاجيد، والمقاعد ذات التصميم المريح، والدفايات.

سكاي تايجر

كانت الطائرة دي إتش تايجر موث ذات الأجنحة المزدوجة واحدة من أكثر الطائرات الخفيفة شيوعًا في الثلاثينيات من القرن العشرين. كانت بسيطة ويعتمد عليها، كما أنها كانت تستخدم في شتى المجالات ومنها التدريب ورش المحاصيل، حتى في الألعاب الأكروباتية في الجو.



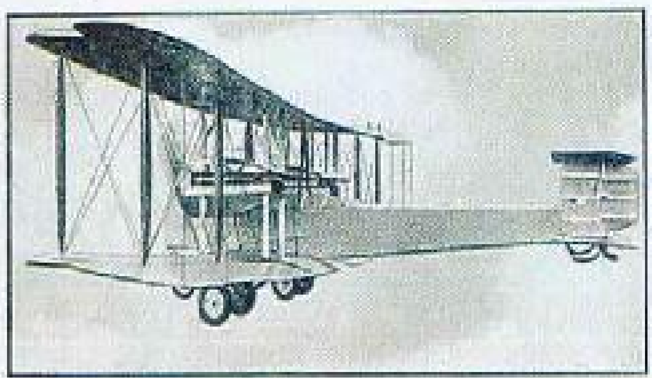
مقصورة القيـادة قديـمًا



لم يكن فى الإمكان صنع مقصورة قيادة مغلقة إلا فى أواخر العشرينيات من القرن العشرين وذلك بعد تطوير نوع من الزجاج الآمن. وحتى ذلك الوقت كان ربان الطائرة يضطر إلى الجلوس فى الهواء الطلق، معرضًا للرياح الشديدة والصقيع والرطوبة ـ ولم يكن هناك ما يحميه سوى حاجب ريح زجاجى خفيف وملابس ثقيلة. وبطبيعة الحال، لم تكن عوامل الراحة داخل مثل هذه المقصورة المفتوحة تولى عناية كبيرة، بل إن مقصورة القيادة كانت تحتوى على الأشياء الأساسية فقط والتى كانت تؤدى الغرض منها. لم تكن هناك سوى بضع معدات، أما بالنسبة لقياسات المحرك، فقد كانت تثبت على المحرك نفسه، بحيث يمكن رؤيتها من داخل مقصورة القيادة. وقد أصبح الشكل العام لمعدات التحكم الأساسية فى الطائرة معروفًا فيما بعد، ذلك الشكل الذى يتميز بوجود عمود دفة الاتجاه عند قدمى الملاح الجوى للالتفاف، وعمود التحكم أو «عصاة التحكم» بين ركبتيه، وذلك للهبوط والصعود أو للانخفاض الجانبى. وقد زودت بعض الطائرات الأولى بعجلة قيادة بدلاً من عمود التحكم، إلا أنها كانت تؤدى الغرض نفسه، ولا يزال ذلك الشكل الأساسى العام يستخدم حتى يومنا هذا فى الطائرات الخفيفة.

ديـبـردوسـيـن 1909

كانت مقصورة القيادة فى أولى الطائرات غاية فى البساطة، فلم تكن تحتوى على معدات على الإطلاق. فقد كان خزان كبير للوقود موضوع فى مقدمة تلك الطائرات يعوق الرؤية تمامًا، ولذا فقد اضطر الطيارون الأوائل إلى الانحناء خارج مقصورة القيادة للتحقق من الارتفاع.

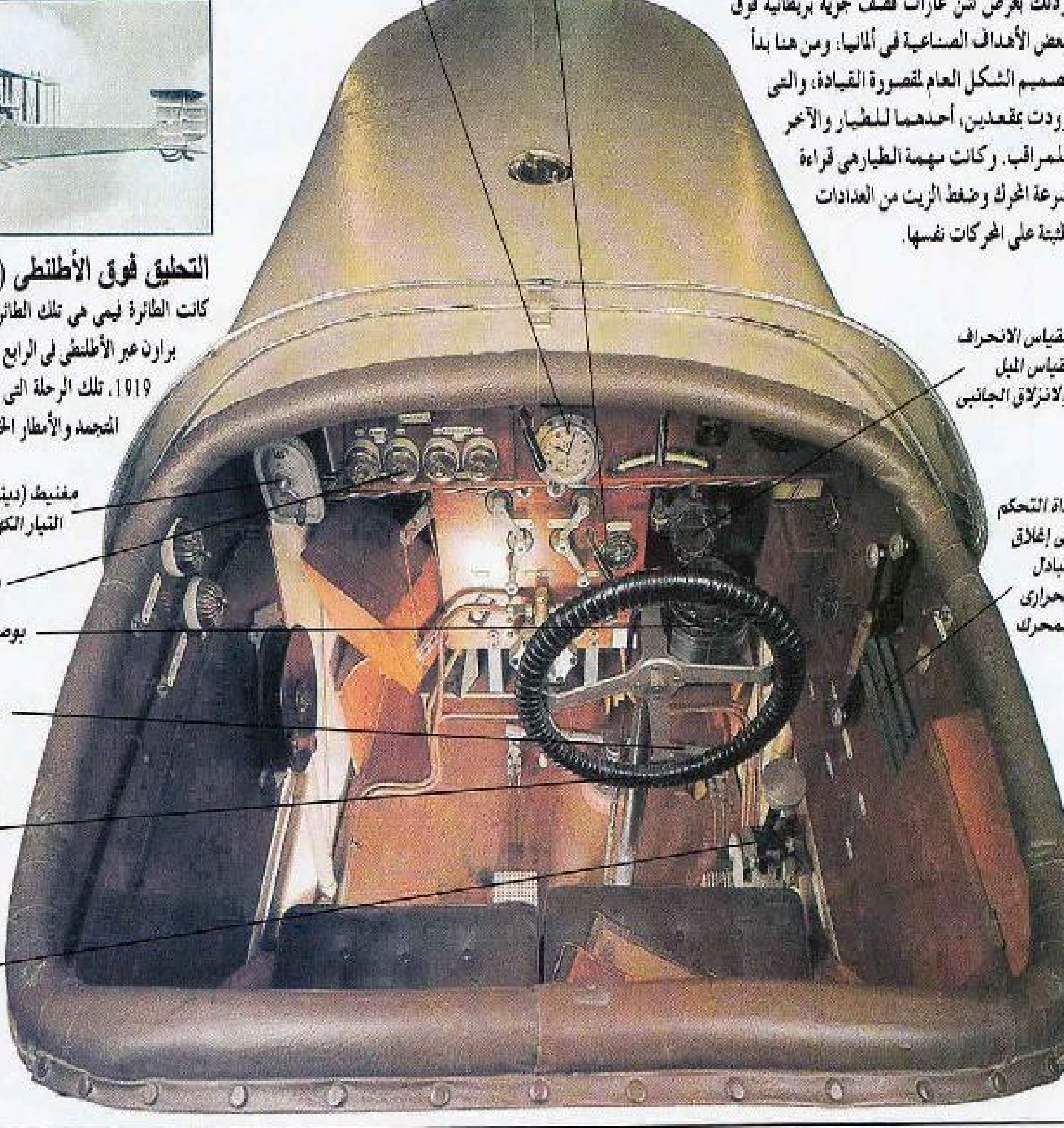


التحليق فوق الأطلنطى (الصورة فى الأعلى)

كانت الطائرة فيمى هى تلك الطائرة التى أقلت جون ألكوك وآرثر براون عبر الأطلنطى فى الرابع عشر والخامس عشر من يونيو عام 1919، تلك الرحلة التى استمرت 16 ساعة عبر الضباب المتجمد والأمطار الخفيفة فى مقصورة قيادة مكشوفة.

فيـكـرز فـيـمـى 1919

صممت الطائرة فيمى قرب نهاية الحرب العالمية الأولى، وذلك بغرض شن غارات قصف جوية بريطانية فوق بعض الأهداف الصناعية فى ألمانيا: ومن هنا بدأ تصميم الشكل العام لمقصورة القيادة، والتى زودت بمقعدين، أحدهما للطيار والآخر للمراقب. وكانت مهمة الطيار هى قراءة سرعة المحرك وضغط الزيت من العدادات المثبتة على المحركات نفسها.



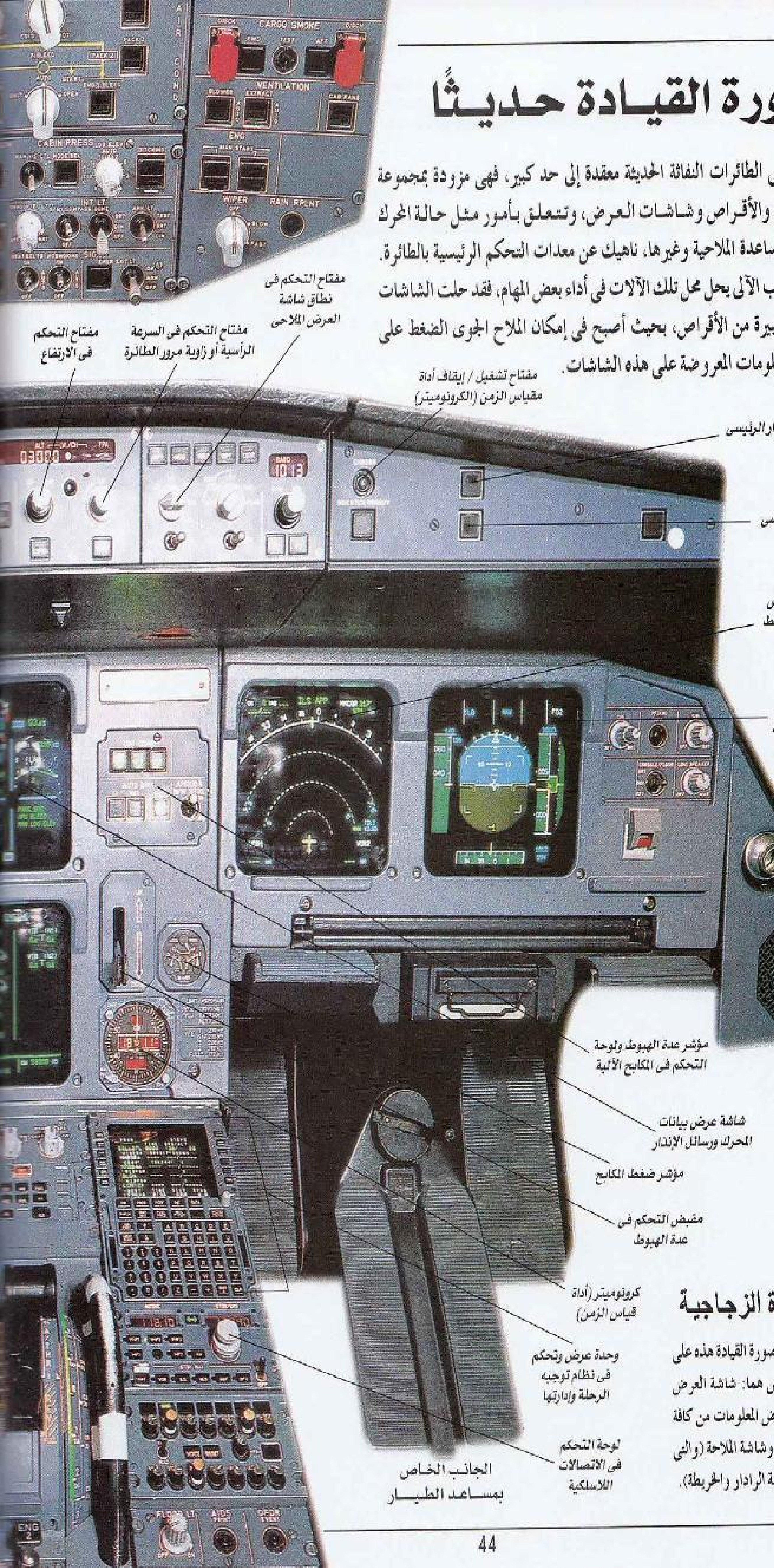
مقصورات القيادة الحديثة

تحتوى مقصورات القيادة الخاصة بالطائرات الحديثة على العديد من معدات عرض البيانات، وكذلك معدات التحكم فى الطائرة. ومثل جميع الطائرات الحديثة، تحتوى مقصورة القيادة هذه على معدات خاصة بالمحرك (والتى تعرض بيانات مثل مستويات الوقود والطاقة) إلى جانب معدات الطيران. وتوجد أربع معدات رئيسية بالطائرة، وهى مؤشر سرعة الهواء، ومقياس الارتفاع والأفق الصطناعى، والجيروسكوب التوجيهى (البوصلة الدوارة) كما يحتوى العديد من الطائرات على آلتين إضافيتين خاصتين بالطائرة وهما مؤشر الالتفاف والانخفاض ومؤشر السرعة الرأسية.

جهاز محاك لمقصورة القيادة فى طائرة الركاب النفاثة إيرباص A320

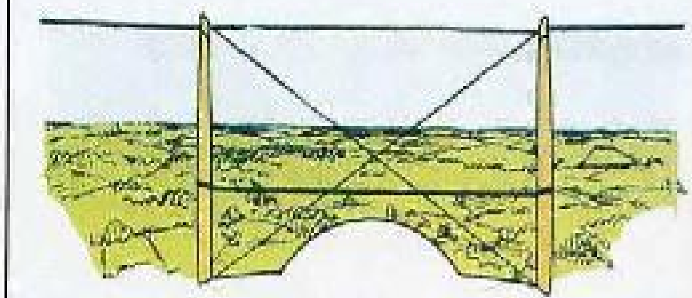
مقصورة القيادة حديثًا

تبدو مقدمة القيادة فى الطائرات النفاثة الحديثة معقدة إلى حد كبير، فهى مزودة بمجموعة كبيرة من المفاتيح، والأقراص وشاشات العرض، وتتعلق بأمور مثل حالة المحرك والهيدروليكيات والمساعدة الملاحية وغيرها، ناهيك عن معدات التحكم الرئيسية بالطائرة. وشيئًا فشيئًا بدأ الحاسب الآلى يحل محل تلك الآلات فى أداء بعض المهام، فقد حلت الشاشات المنسقة محل مجموعة كبيرة من الأقراص، بحيث أصبح فى إمكان الملاح الجوى الضغط على مفتاح واحد لتغيير المعلومات المعروضة على هذه الشاشات.



مقصورة القيادة الزجاجية

تظهر أغلب المعلومات فى مقصورة القيادة هذه على شاشات. وأهم شاشتى عرض هما: شاشة العرض الرئيسية بالطائرة (والتى تعرض المعلومات من كافة معدات الطائرة فى آنٍ واحد) وشاشة الملاحة (والتى تجمع بين مهام البوصلة وشاشة الرادار والخريطة).



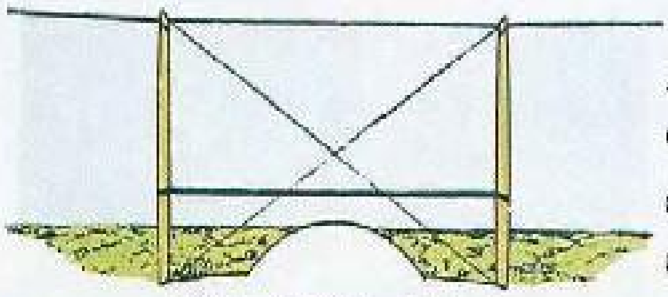
عندما يهبط خط الرؤية عن الأفق،
فذلك يعنى أن الطائرة فى وضع هبوط

ضبط الاتجاه

فى ذلك المؤشر الخاص بالانزلاق الجانبى والالتفاف، يشير ميزان تسوية بسيط إلى مدى الانزلاق الجانبى الذى تقوم به الطائرة، وتشير الإبرة الموجودة فى الأعلى إلى أية تغيرات فى الاتجاه، وهى موصلة بجيروسكوب يعمل بالكهرباء.

تحديد الاتجاه

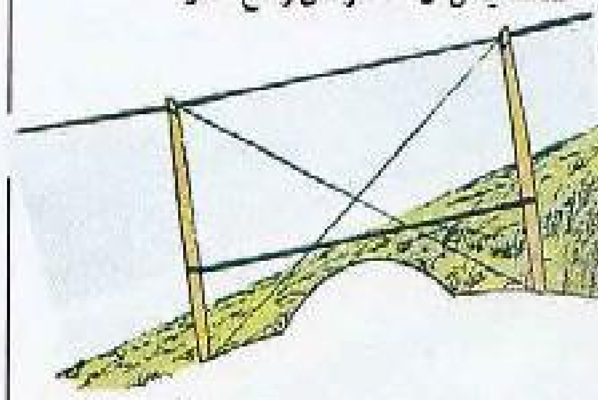
أصبح الهبوط أثناء الطقس السيئ أكثر أمانًا مع هذا الجهاز الجيروسكوبى، والذى ساعد الطيار فى تحديد اتجاهه ودرجة الميل وذلك من خلال شعاع لاسلكى يوجه فى خط واحد مع ممر الهبوط.



عندما يرتفع خط الرؤية عن الأفق،
فذلك يعنى أن الطائرة فى وضع صعود

قياس الارتفاع

لقياس مدى الارتفاع، اعتاد الطيارون الأوائل على إخراج أجهزة أليمومتر صغيرة من جيوبهم مثل ذلك الموجود فى الصورة إلى الأسفل وهو طراز إليوت، إلا أنه مع المناورات الجوية التى قامت بها المقاتلات فى أثناء الحرب العالمية الأولى ظهرت الحاجة إلى قرص كبير يثبت على اللوحة أمام الطيار (الصورة إلى اليمين).



وعندما يميل خط الرؤية يسارًا أسفل الأفق،
فذلك يعنى أن الطائرة تميل ناحية اليسار

مدى الاستواء

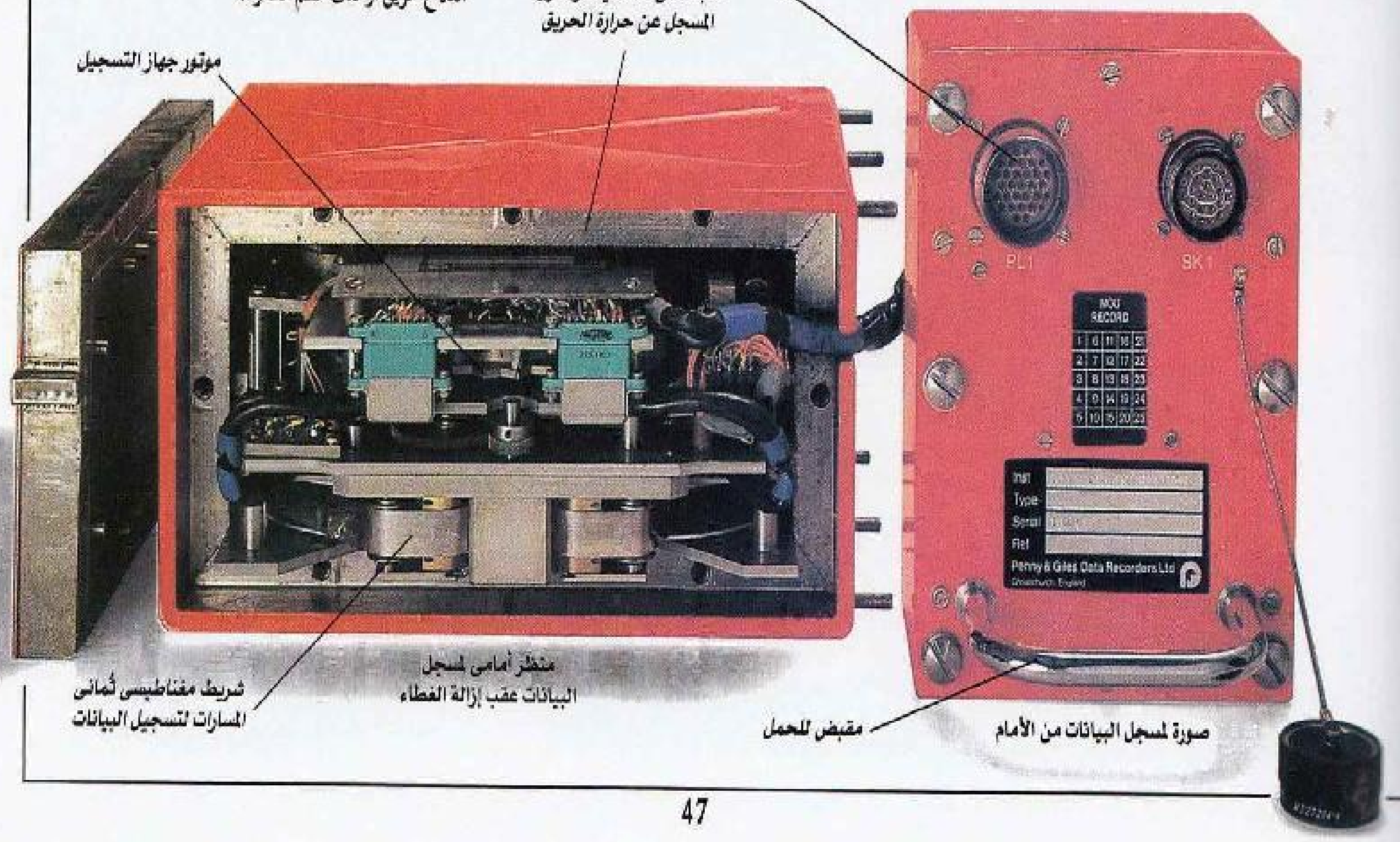
فى الأيام الأولى، كان الطيارون ينظرون إلى الأفق، وربما بمساعدة «خط الرؤية» (الصورة أعلى يسار الصفحة)، وذلك لمعرفة درجة ميل أو انحدار الطائرة، أما فى الليل، أو فى وجود سحب كثيفة، فيفقد الطيار إحساسه بالاتجاه تمامًا. وقد أظهرت الأبحاث أنه لا يمكن للطيارين، حتى الأكثر خبرة منهم، التحليق فى ظل انعدام الرؤية لأكثر من ثمانى دقائق دون أن يسبب ذلك ارتباكًا كبيرًا لهم. وكان المخرج من ذلك هو ابتكار أفق اصطناعى جيروسكوبى.

داخل الصندوق الأسود

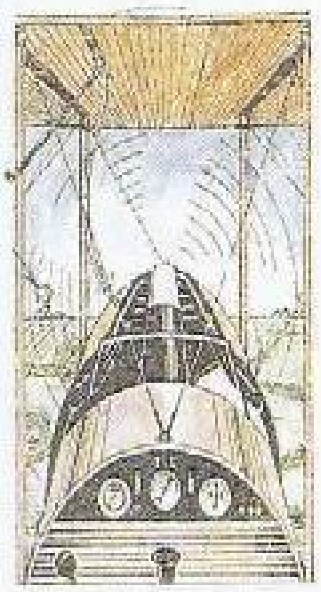
أصبحت جميع طائرات الركاب الحديثة وكذا الطائرات العسكرية تحمل «الصندوق الأسود» أو «مسجل بيانات الرحلة» وذلك لمعرفة تاريخ الرحلة بالكامل فى حالة وقوع أية حوادث. وهذا الصندوق موصل بكافة الأجهزة الرئيسية بالطائرة كما يسجل كل ما يحدث فى أثناء الرحلة، ويراقب جميع الأجهزة الموجودة فى مقصورة القيادة، وكذلك كافة البيانات عن المحرك، حتى إنه يسجل كل ما يقوله أفراد الطاقم.

داخل الصندوق

تخزن جميع البيانات داخل هذا الصندوق فى ثمانية مسارات على شريط مغناطيسى، وتقوم علبة قوية للغاية، ومعزولة جيدًا مصنوعة من سبيكة التيتانيوم على حماية هذا الشريط عند اندلاع حريق أو لدى تحطم الطائرة.



معـــدات الطـائـــرة



لم يكن هناك من رابط يربط طائرة الأخوين رايت (ص 14) بالمعدات سوى عداد لفات المحرك، وساعة الإيقاف، ومقياس للريح وذلك للتعرف على سرعة الطائرة بالتقريب. إلا أنه نظرًا لمخاطر الانهيار (ص 40، 41) الناتجة عن التحليق بسرعة بطيئة للغاية، نشأت الحاجة إلى مؤشر دقيق للسرعة الهوائية في جميع الطائرات. ومع تطور الطائرات ووصولها إلى ارتفاعات أكبر، أضيف مقياس للارتفاع وذلك لتحديد الارتفاع إلى جانب بوصلة مغناطيسية للمساعدة في الحفاظ على اتجاه مستقيم، وبالرغم من ذلك، ولفترة طويلة ظل الطيارون يعتمدون على حدْسِهِم وخبرتهم في الحكم على ارتفاع الطائرة، وذلك عند تعذر الرؤية. وكان إلمر سبيرى هو الذى أهدى الطيارين للمرة الأولى مؤشرات للالتفاف والانزلاق الجانبى وأفقًا اصطناعيًا، وذلك مع تطويره للجيروسكوب الذى يحفظ توازن المعدات فى عام 1929. والجيروسكوب عبارة عن قرص دوار يظل على اتزانه بصرف النظر عن الزاوية التى تتخذها الطائرة ـ وقد مكن ذلك الطيارين من الاعتماد على المعدات فى الطيران عندما تكون الرؤية متعذرة.

جهاز النابض الجناحى

يعود هذا الطراز إلى عام 1910، إلا أن بعضًا من الطائرات ظلت تستخدم مثل هذه الأجهزة البسيطة حتى في الثلاثينيات من القرن العشرين. وكانت تلك الأجهزة تقيس السرعة الهوائية من خلال قياس مدى ارتداد لوح الضغط إلى الخلف دافعًا النابض، وذلك تحت تأثير قبل تدفقات الهواء.

مدى السرعة

يعتبر «الأنيمومتر» مقياس سرعة الرياح، واحدًا من أول عدادات السرعة، وقد أخذ تصميمه عن أجهزة التنبؤ بالأحوال الجوية. فكان الطيار يستطيع معرفة السرعة التقريبية للطائرة، وذلك من خلال عد الثوانى على ساعة إيقاف وملاحظة لفات العداد لمعرفة عدد المرات التى أدارت فيها تدفقات الهواء المروحة الموجودة فى المقدمة.

الأنبوب المزدوج

تعتبر هذه الأداة واحدة من أوائل المعدات التى صارت مؤشرًا مستمرًا ومعتمدًا لسرعة الهواء، فهى تعمل من خلال مقارنة الضغط «الساكن» (ضغط الهواء العادى) والضغط «المتحرك» (الناتج عن اندفاع الطائرة إلى الأمام). ويشير الأنبوبان إلى اتجاه تدفقات الهواء، حيث يمتد أحدهما فى خط مستقيم، بينما ينتهى الآخر فى أسطوانة مثقوبة. ويشير الفارق فى الضغط بينهما، والذى يقاس من خلال قرص هزاز مرن، إلى السرعة الهوائية.

مؤشر السرعة الهوائية طراز فارنبورو يعود إلى عام 1909

مقيـــاس مـــاخ

عندما اقتربت الطائرات النفاثة من الوصول إلى سرعة الصوت أو بعد أن تجاوزتها بالفعل فى الخمسينيات من القرن العشرين، زودت هذه الطائرات «بمقياس ماخ»، الذى يقيس سرعة الطائرة مقارنة بسرعة الصوت.

مؤشر السرعة الهوائية الذى ابتكره أوجيلفى فى عام 1918

رأس أنبـوب بيتـو

صارت طريقة قياس الضغط بالأنبوب المزدوج الذى قدمه فارنبورو أساسًا لعدادات قياس السرعة الهوائية فى جميع الطائرات. وقد تم تطوير الأنبوبين فتحولا إلى أنبوب «بيتو» الحساس للضغط المثبت على هيكل الطائرة. وأصبح هناك أنبوبان من المطاط لتوصيل الجهاز بعداد السرعة الهوائية الموجود فى مقصورة القيادة.

حدود السرعة

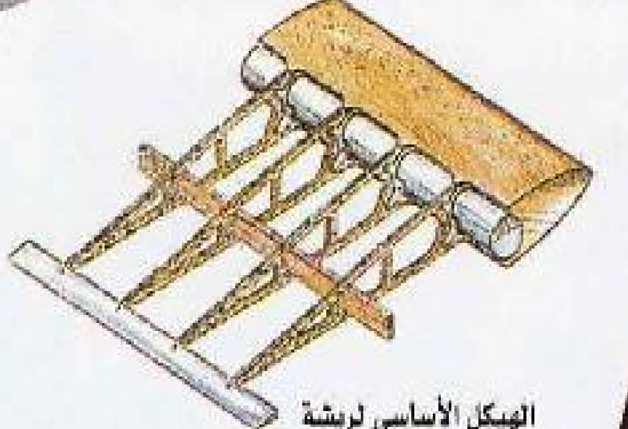
فى غضون السنوات التى تلت الحرب العالمية الثانية، زودت مؤشرات السرعة الهوائية بإبرة على شكل رأس السهم تشير إلى أقصى سرعة آمنة بالنسبة للطائرة.

الطيران بسرعة السلحفاة

لإبراز عامل الأمان فى مثل هذه الطائرات، كانت الطائرة C-30 تطير فى أوقات نشاط الرياح ببطء شديد، حتى إن أى عدّاء كان فى إمكانه أن يسبقها.

أجنحة تدور على محور واحد

كانت الطائرات المروحة الأولى عرضة للانقلاب، لأن ريشة المروحة المتصدرة تخترق الهواء بسرعة أكبر من الريشة المتراجعة، فترتفع لأعلى أكثر من اللازم. وقد حل سيرفا هذه المشكلة من خلال ابتكار مفصلات تسمح للريشة الأمامية بالارتفاع دون أدنى تأثير على الطائرة.



الأجنحة الدوارة

تعتبر فكرة الطيران اعتمادًا على الأجنحة الدوارة قديمة للغاية، فمنذ 1400 سنة مضت، كان الأطفال فى أوروبا يلعبون بألعاب ذات مراوح دوارة، والحقيقة أنه حتى الوقت الذى اخترع الأخوان رايت فيه طائرتهما، ظن الكثيرون أن مستقبل الطائرات سيشهد ظهور الأجنحة الدوارة عوضًا عن الأجنحة الثابتة. فطبقًا لمعلوماتهم يمكن للأجنحة الدوارة أن تخترق الهواء لتوليد قوى الرفع اللازمة تمامًا مثل الأجنحة الثابتة (ص 11). ولكن الطائرات ذات الأجنحة الثابتة يجب أن تتحرك دائمًا، بينما يمكن للطائرات ذات الأجنحة الدوارة أن تحلق فى مكان واحد. وفى أوائل القرن العشرين، تمكنت بعض الآلات ذات الأجنحة الدوارة من الارتفاع قليلاً عن سطح الأرض، ولكن بدا الأمل بعيدًا فى الوصول إلى طائرة يمكن التحكم فيها، حتى ابتكر جوان دى لا سيرفا طائرته التى أطلق عليها اسم «أوتوجيرو».

جوان دى لا سيرفا
كانت فكرة بناء طائرة ذات أجنحة دوارة تسيطر على سيرفا منذ أن كان فى سن صغيرة، وكان يأمل فى أن تنجح هذه الفكرة فى جعل الطيران أكثر أمنًا.

أوتوجيرو

أثناء التجارب الأولى التى أجريت على طائرات الهليكوبتر، استخدم المخترعون محركات أكثر قوة لجعل الآلات ترتفع عن الأرض. وقد تمثلت عبقرية سيرفا فى اعتقاده بأن الأجنحة الدوارة يمكنها أن تحقق الارتفاع عن الأرض دون محرك. ومثل أوراق الجميز التى تدور برفق حتى تنزل إلى الأرض، يمكن للجناح الذى يدور بحرية أن يستمر فى الدوران بنفسه عند تحليقه فى الجو، حيث يتلقى دفعة من ضغط الهواء الواقع تحت هذه الأجنحة. وقد أطلق على تلك الآلية اسم «الدوران الذاتى» أو «أوتوجيرو».

انظر! طائرة دون أجنحة
لم يكن يقصد بالأوتوجيرو أن تكون هليكوبتر، وإنما طائرة دون أجنحة، أو طائرة أكثر أمنًا من الطائرات ذات الأجنحة الثابتة، ذلك أنها لن تتوقف فجأة بسبب قلة السرعة. والواقع أن طائرات سيرفا الأولى طراز أوتوجيرو كانت مزودة بأجنحة قصيرة وذلك لمساعدتها على الإقلاع (الصورة إلى اليسار). إلا أن الدعاية لأوتوجيرو ألقت الضوء على إمكانية هبوط آمن بسرعة قد تكون أقل من سرعة المظلة، وذلك حال حدوث أى عطل فى المحرك.

جسم الطائرة على شكل أنبوب مصنوع من الصلب ومغطى بطبقة من نسيج وهو مشابه لجسم الطائرة مزدوجة الجناح

سطح الذيل يميزه تقوس لأعلى مع تحدب عمودى على هذا الجانب فقط لمعادلة تأثير دوران ريش المروحة

عجلة ذيلية يمكن توجيهها

سيرفا C-30
تعتبر الطائرة C-30 أنجح طائرات الأوتوجيرو على الإطلاق إبان الثلاثينيات من القرن العشرين. وتلك الطائرة هى مثال للطائرات العديدة التى بيعت للقوات الحربية والتى كانت تقوم بجولات استكشافية كما أنها كانت تحدد مواقع وضع الرادارات فى الحرب العالمية الثانية.

سيارات فى السماء

لفترة من الثلاثينيات من القرن العشرين، اعتقد الكثيرون أن طائرات أوتوجيرو سوف تكون فى مثل انتشار السيارة فورد موديل T - وأنها ستكون طائرة للجميع وتقضى بذلك على الزحام المرورى نهائيًا. حتى إن إعلانات شركة بيتكيرن، التى تولت صنع طائرات أوتوجيرو فى الولايات المتحدة الأمريكية كانت تستهدف الطبقة الراقية. ووفق اقتراحاتهم، فلا أبسط من القفز فى الطائرة أوتوجيرو المتوقفة فى الساحة الأمامية للمنزل للذهاب إلى ناديك الريفى للعب مباراة جولف سريعة.

بيل جيت رينجر

يمكن تصنيف الطائرة بيل جيت رينجر ضمن مجموعة طائرات الهليكوبتر الصغيرة والسريعة والمتعددة الأغراض والتى ظهرت بعد تطوير الحركات التوربينية النفاثة التى تعمل بالغاز فى الخمسينيات والستينيات من القرن العشرين (ص 36 و37). وفى الفترات التى استخدمت فيها الحركات المكبسية، كانت الطائرات الهليكوبتر تعتبر طائرات متخصصة. وما أحدث هذا الفرق، كانت هى الحركات النفاثة التى تمتاز بسلاسة الأداء وإمكانية الاعتماد عليها لاسيما بأقصى طاقتها. وهذه الهليكوبتر جيت رينجر يمكنها أن تقل حتى خمسة أشخاص وأن تحلق بسرعة قد تصل إلى 210 كم/س (أى ما يعادل 130 ميلاً فى الساعة). وتستخدم حاليًا مثل سائر طائرات الهليكوبتر التى تشبهها فى الكثير من المهام اليومية والتى تتراوح ما بين رش المحاصيل إلى رحلات العمل القصيرة.

طائرات الهليكوبتر

أحلام دوارة
تتمتع طائرات الهليكوبتر بتاريخ طويل، إلا أن الكثير من التجارب الأولى نظر إليها على أنها ضرب من الجنون، وربما كان أصحابها كذلك بالفعل.

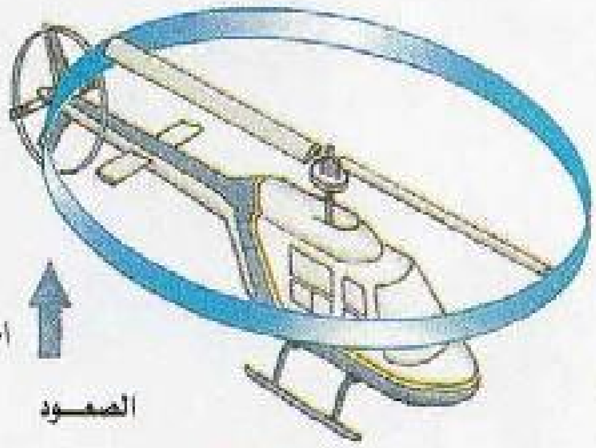
من بين جميع أنواع الطائرات، تعد الطائرة الهليكوبتر هى الفُضلى من حيث المزايا المتعددة التى تتمتع بها، حيث تمكنها مروحتها الدوارة من الإنطلاق سريعًا ومباشرة فى الهواء، كما يمكنها أن تحلق دقيقة تلو الأخرى فوق نفس البقعة، وكذا يمكنها أن تهبط فى مساحة لا تزيد كثيرًا عن الحافلة. وهى تحرق الوقود بمعدل مخيف، حيث إن المحرك يمد الطائرة بكل القوة الرافعة من خلال المروحة الدوارة. كما أنها تتطلب مهارة كبيرة فى القيادة، حيث تتطلب من الملاح الجوى التحكم فى ثلاثة أشياء فى ذات الوقت، وهى - دفة التوجيه و الميل الكلى، والميل الدائرى، أى أن أجهزة التحكم بها تزيد واحدة عن تلك الخاصة بالطائرات التقليدية (ص 40 و41). إلا أنها أثبتت جدارتها فى عدة مواقف، بدءًا من مراقبة المرور إلى عمليات الإنقاذ البطولية من السفن الغارقة.

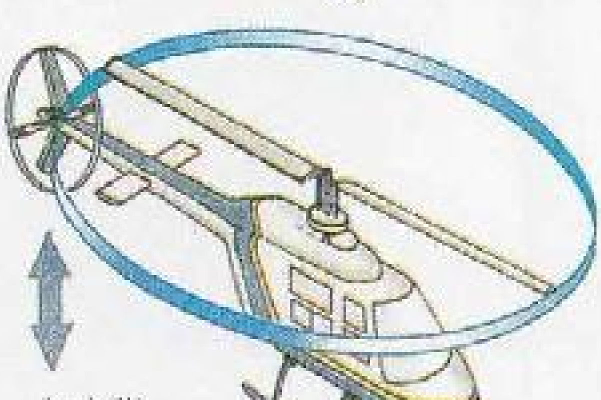
كيف تطير الهليكوبتر؟

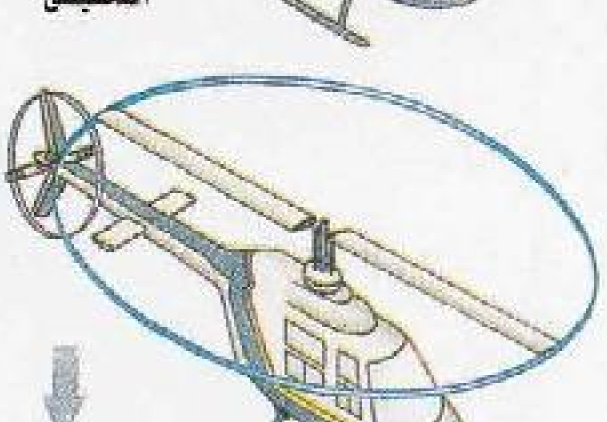
يمكن القول بأن ريش المروحة الدوارة ليست سوى أجنحة طويلة ورفيعة، يديرها المحرك بشكل دائرى بحيث تخترق الهواء تمامًا مثل الجناح التقليدى (ص 11). وإلى حد ما، تشبه تلك المروحة الدوارة مروحة الدفع العملاقة التى تدفع الهليكوبتر إلى أعلى، تمامًا مثلما تدفع مروحة الدفع الطائرة إلى الأمام (ص 30).

مروحة الذيل

بدون مروحة الذيل، كان من الممكن أن تدور الطائرة الهليكوبتر فى الاتجاه المعاكس لدوران المروحة. إذن فمروحة الذيل تقوم بعمل مروحة الدفع لمقاومة «ردة الفعل لعزم التدوير». كما أنها تعتبر دفة توجيه حيث يغير الملاح الجوى ميل الريش الخاصة بمروحة الذيل لأرجحة الذيل يمينًا أو يسارًا.







الصعود والهبوط والتحليق

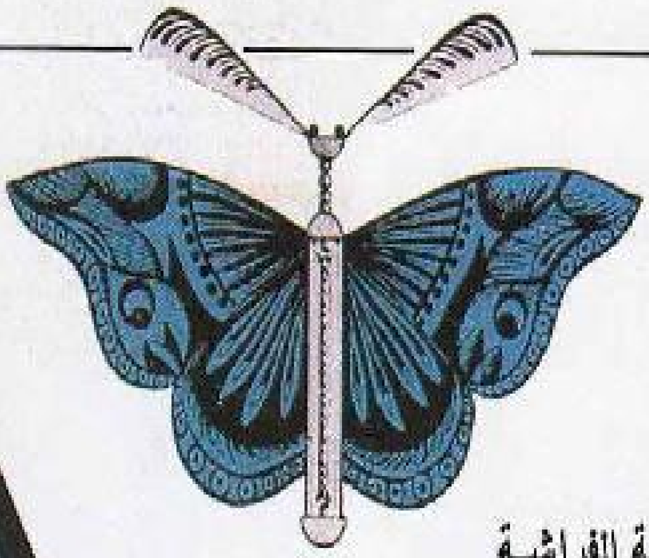
للصعود إلى أعلى أو النزول إلى أسفل يستخدم الملاح الجوى أداة التحكم فى «الميل الكلى» وذلك لتغيير الزاوية أو «درجة ميل» الريش الخاصة بمروحة الهليكوبتر الدوارة. فعندما تخترق هذه الريش الهواء بشكل مستقيم، لا تتولد قوة رفع، بل بالعكس تنزل الهليكوبتر إلى أسفل، وعند الصعود، يتحتم على الملاح الجوى أن يجعل ميل الريش حادًا بحيث يزيد قوى الرفع. فى حين أنه عند التحليق يضبط الملاح الجوى زاوية ميل الريش على درجة محددة ما بين وضعى الصعود والهبوط، وكل ذلك يعمل من خلال حلقة منزلقة مثبتة على عمود المروحة والتى يطلق عليها اسم «القرص المتراوح»، حيث يقوم بسحب أو دفع القضبان المتصلة بريش المروحة.

إلى الأمام والخلف

عند الطيران إلى الأمام أو إلى الخلف أو عند الانزلاق الجانبى للدوران، يقوم الملاح الجوى بإمالة المروحة الدوارة مستخدمًا أداة التحكم فى «الميل الدائرى»، مما يؤدى بدوره إلى إمالة القرص المتراوح بحيث تتغير زاوية ميل كل ريشة على حدة أثناء دورانها. وفى النقطة التى يكون عندها القرص فى أدنى ارتفاع له، يكون الميل طفيفًا والرفع محدودًا، بينما على الجانب المقابل مباشرة، يكون القرص فى أعلى نقطة من حيث الارتفاع، ولذا فإن الميل الشديد يولد الكثير من قوة الرفع. والنتيجة هى إمالة مروحة الهليكوبتر فى الاتجاه الذى يريد الملاح الجوى الذهاب إليه، بحيث تسحب الهليكوبتر معها فى ذلك الاتجاه.

رأس فى دوامة

بمجرد أن ثبتت إمكانية التحليق بالطائرات المروحية فى أواخر الثلاثينيات من القرن العشرين، فكر أناس فى إمكانية صنع آلات طائرة صغيرة للبشر، ومن بينها تلك الآلة الغريبة التى تحمل على الظهر والتى صممها الفرنسى جورج سابلير، ولم يعرف ما إذا كانت قد طارت بالفعل أم لا.



أجنحة الفراشة

ألهمت لعب الأطفال المروحية التى تعمل بالشريط المطاطى، والتى صنعها ألفونس بينود وداندريو فى السبعينيات من القرن التاسع عشر خيال عدد من المتحمسين للجناح الدوار.

ذيل مرتفع

تقوم مروحة الذيل بمقاومة ميل الهليكوبتر للدوران حول نفسها، كردة فعل لحركة ريش المروحة؛ كما أنها تقوم مقام دفة الاتجاه (ص 50). وفى هذه الهليكوبتر بيل، تدور ريش المروحة الرئيسية فى اتجاه عقارب الساعة (إذا ما نظرنا إليها من أعلى). ولذا للحفاظ على اتجاه الهليكوبتر المستقيم، يجب أن تدفع مروحة الذيل مؤخرة الطائرة فى اتجاه عقارب الساعة (باتجاهك). وللاتجاه يسارًا، يقوم الطيار بإمالة ريش مروحة الذيل، أفقيًا مما يعطى دفعة ضعيفة للسماح للذيل بالتأرجح عكس اتجاه عقارب الساعة (بعيدًا عنك). وللاتجاه يمينًا، يجعل الطيار زاوية ريش مروحة الذيل أكثر حدة لسحب الذيل بقوة فى اتجاه عقارب الساعة (باتجاهك).

سيكورسكى R-4 1945 (الصورة فى الأسفل)

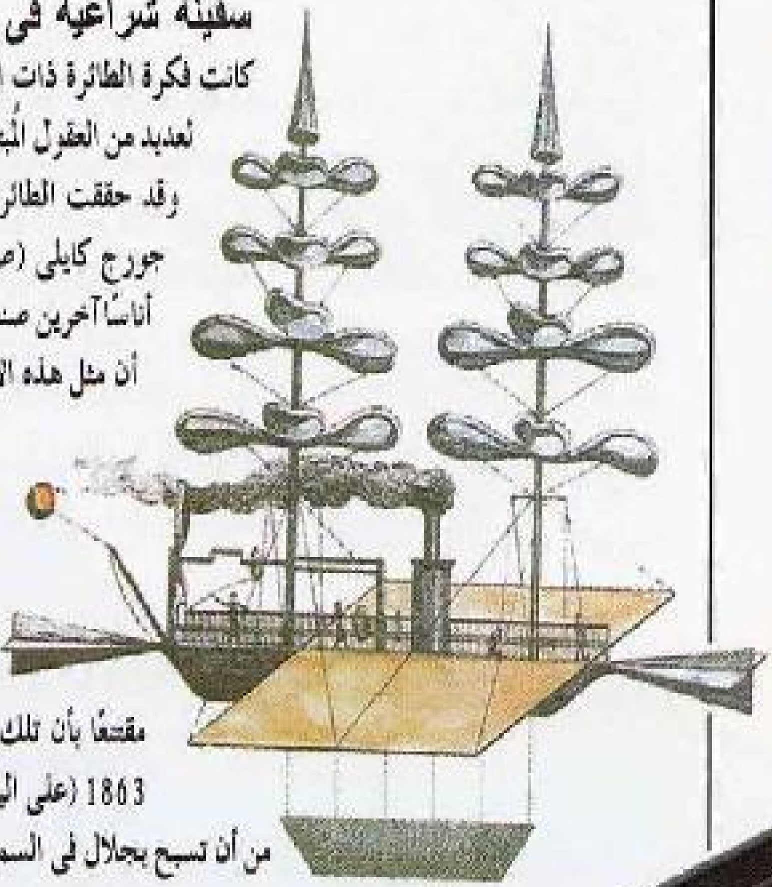
كان إيجور سيكورسكى مصمم طائرات شهيرًا بالفعل عندما هاجر من روسيا إلى الولايات المتحدة الأمريكية عام 1917. وكمراهق، كان له الكثير من التجارب على الطائرات المروحية أيضًا، وفى أمريكا فى الثلاثينيات من القرن العشرين، عاد إلى ذلك الأمر ثانية. وبعد نجاح تجربته مع الطائرة VS300 فى عام 1939، قام بسرعة بتحسين تصميمه فى طائرة أخرى أطلق عليها اسم XR-4 ويعنى حرف الإكس أنها طائرة تجريبية، وقد كان الجيش الأمريكى على ثقة تامة من مزاياها، حتى أنه فى عام 1942 تقدم بطلبية كبيرة على هذه الطائرات الجديدة، وتعتبر الطائرة R-4 الموجودة فى الصورة فى الأسفل واحدة من 400 طائرة صنعت مع قرب نهاية الحرب العالمية الثانية.

سمة فريدة

إن قدرة الهليكوبتر على بلوغ أماكن يصعب الوصول إليها مزية لا تقدر بمال فى أثناء الحروب.

سفينة شراعية فى السحاب

كانت فكرة الطائرة ذات الأجنحة الدوارة مصدر إلهام لعديد من العقول المُبتكرة إبان القرن التاسع عشر. وقد حققت الطائرات اللعبة التى صنعها السير جورج كايلى (ص 10) شهرة واسعة، إلا أن أناسًا آخرين صنعوا نماذج حقيقية بالفعل، على أن مثل هذه الإنجازات لم تتعد مجرد الصعود بشكل عشوائى فى الهواء وبعدها كانت تهوى إلى الأرض. إلا أن جابرييل دى لا لانديل، ذلك المخترع ذا الرؤية الثاقبة، كان مقتنعًا بأن تلك الآلات التى رسمها فى عام 1863 (على اليسار) سوف تتمكن ذات يوم من أن تسبح بجلال فى السماء.



أول طائرة هليكوبتر

حتى أوائل القرن العشرين، كان الكثير من الناس لا يزالون يؤمنون بأن طائرات الهليكوبتر يمكنها أن تتغلب على الطائرات ذات الأجنحة الثابتة فى الجو. إلا أنهم أخطئوا فى اعتقادهم، ذلك لأنه فى عام 1907، أى بعد مضى أربع سنوات فقط على أول طائرة صنعها الأخوان رايت، صنعت هذه الهليكوبتر البدائية التى تشبه الدراجة الترادفية على يد الميكانيكى الفرنسى بول كورنو، وقد تمكنت من رفعه من على الأرض بالفعل، إلا أن ذلك لم يدم سوى عشرين ثانية فقط.

ميلاد الهليكوبتر

بالرغم من النجاح الذى حققته التجارب الرائدة، مثل تجربة كورنو، بدا من الصعب للغاية صنع هليكوبتر ثابتة، يمكن التحكم فيها. ولكن الطفرة فى ذلك المجال حدثت مع اختراع الطائرة أوتوجيرو (ص48 و 49) والتى علمتهم كيفية التحكم فى مثل هذه الطائرات من خلال تغيير درجة ميل ريش المروحة الدوارة. وفى عام 1937، صنع المصمم الألمانى هاينريش فوكيه طائرة جسمها مثل جسم الطائرة ومزودة بمروحتين عملاقتين عوضًا عن الأجنحة، وتمكنت هذه الطائرة من الصعود والهبوط والطيران للأمام وللخلف، وكذلك من التحليق فى مكان واحد. وفى غضون أشهر من ذلك، صنع ألمانى آخر، وهو أنتون فليتنر أول طائرة هليكوبتر حقيقية - تلك الآلة الرشيقة التى كانت مزودة بريشتى مروحة كبيرتين تتحركان بتناغم مثل مضرب الكعك. وقد استخدم كل من فوكيه وفليتنر مروحتين دوارتين (كل منهما تدور فى اتجاه معاكس للأخرى) وذلك للحيلولة دون عكس عزم التدوير (ص 50). ولكن فى عام 1939، ابتكر إيجور سيكورسكى مروحة الذيل البسيطة، وفى طائرته التجريبية VS300 (إلى أعلى) كان أول من وضع الشكل الأساسى، والذى استخدم فى طائرات الهليكوبتر منذ ذلك الوقت.

المـوقـد

يأتى الهواء الساخن الذى يستخدم لملء المنطاد من الموقد الذى يحصل على وقوده من غاز البروبين السائل وهو مصمم خصيصًا للمناطيد. يتولى الأنبوب الرفيع إمداد الغاز إلى المصباح الدليلى الذى يحترق باستمرار بينما يتولى الأنبوب السميك إمداد «صمام الاحتراق» بالغاز السائل. وعندما يفتح الربان الصمام، ينطلق لسان من اللهب النفاث يتراوح طوله ما بين 3 ـ 4 أمتار أى ما يعادل 9 ـ 21 قدمًا، مرسلا تيارًا هوائيًا ساخنًا داخل الغلاف الخارجى. وللحفاظ على الارتفاع، عادة ما يقوم الربان بفتح الصمام لبضعة لبضع ثوانٍ وبعدها يهبط لمدة نصف دقيقة.

أسطوانات الغاز

تصنع أسطوانات غاز البروبين فى الأغلب من الألومنيوم أو الستانلس ستيل، ويمتاز كلاهما بالقوة وخفة الوزن، وعادة ما تكون مبطنة للحد من خطر إصابة الركاب وخاصة لدى التخبط عند الهبوط. وتحتوى كل أسطوانة على 40 لترًا أى ما يعادل 8 جالونات من الغاز الذى يكفى لرحلة تستغرق 40 دقيقة.

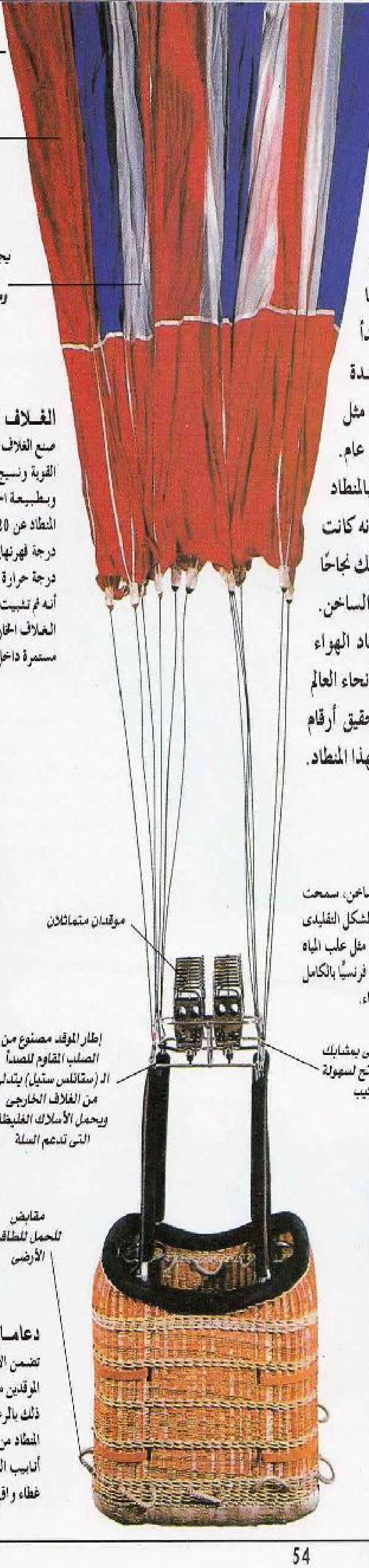
السـلـة

لاتزال السلال المصنوعة من الأماليد المجدولة (الخوص) هى الأفضل حيث تجمع ما بين خفة الوزن والمرونة والقـوة، ولا يوجد حلقة أو طوق تحميل على مناطيد الهواء الساخن، وإنما تتدلى السلة من إطار الموقد على أسلاك غليظة مصنوعة من الستانلس ستيل والتى تُلَف أسفل السلة ثم تُثبت فى النسيج المبطن.

منطـــــاد الهـــواء الســـاخـــن

لم يعد ركوب المنطاد يمارس كرياضة بعد الحرب العالمية الأولى ـ وذلك بسبب صعوبة الحصول على الغاز المناسب لمله كما أنه كان باهظ الثمن؛ وفى الستينيات من القرن العشرين، بدأ إد يوست وتريسى بارنز وغيرهم فى الولايات المتحدة الأمريكية، فى إجراء تجارب مستخدمين الهواء الساخن، مثل المنطاد الذى صنعه الأخوان مونتجولفييه قبل حوالى 200 عام. والجديد فى المنطاد الذى صنعوه هو أن كيس الهواء الخاص بالمنطاد كان مصنوعًا من النايلون المغطى بطبقة من البوليوريثين؛ كما أنه كانت يملأ من خلال احتراق غاز البروبين السائل. وقد حقق هذا ذلك نجاحًا باهرًا حتى إنه مثَّل شعلة بدء أحيت الاهتمام بمنطاد الهواء الساخن.

وتقام الآن مسابقات باستخدام منطاد الهواء الساخن بشكل منتظم فى كافة أنحاء العالم بالإضافة إلى عدة محاولات لتحقيق أرقام قياسية فى قطع مسافات طويلة بهذا المنطاد.



الغـلاف الخـارجى

صنع الغلاف الخارجى للمنطاد من مادة النايلون القوية ونسيج متشابك الخيوط م.قاوم للتمزق وبطبيعة الحال لا تزيد درجة الحرارة داخل المنطاد عن 120 درجة مئوية (أى ما يعادل 248 درجة فهرنهايت)، وهى درجة حرارة أقل من درجة حرارة انصهار النايلون إلى حد بعيد، إلا أنه تم تثبيت مقياس حساس للحرارة أعلى الغلاف الخارجى، وهو يعطى قراءة بصورة مستمرة داخل السلة، تحسبًا لأى ظرف طارئ.

دعامـات الموقـد

تضمن الأعمدة المصنوعة من النايلون أن الموقدين مثبتان جيدًا فوق رءوس الركاب ـ ذلك بالرغم من أنهما يتدليان فى أثناء تحليق المنطاد من الأسلاك الغليظة المثبتة به. وتشد أنابيب الغاز إلى الأعمدة، ويوضع حولها غطاء واقٍ مبطن ويغلق بزمام منزلق.

العـم ســـام

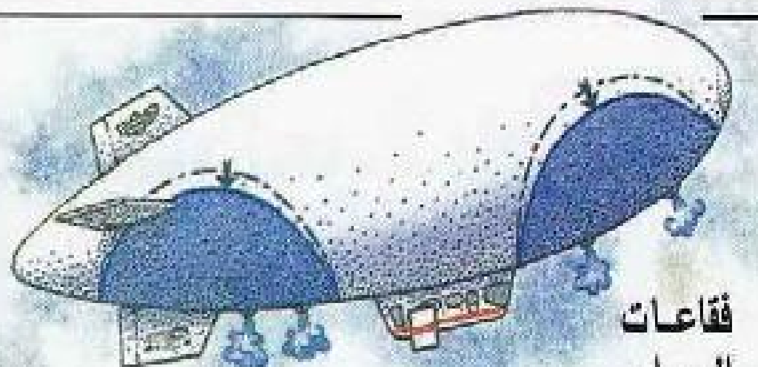
مع إحياء استخدام مناطيد الهواء الساخن، سمحت المواد الحديثة لصانعى المناطيد بالتخلى عن الشكل التقليدى للمنطاد. وفى البداية صنعوا أشكالاً بسيطة مثل علب المياه الغازية والزجاجات، أما الآن فقد ترى قصرًا فرنسيًّا بالكامل أو حتى جملين بسنمين تسبح برفق فى السماء.

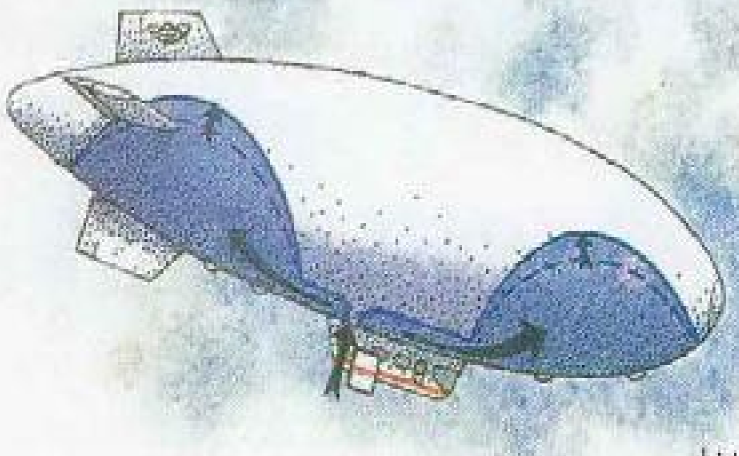
نـفـــخ المنـطـــاد

ربما تكون عملية نفخ المنطاد هى الجزء الأصعب فى عملية تحليق المنطاد؛ حيث يستخدم الموقد هنا لنفخ المنطاد على الأرض.

أنف فى الهواء

عند الصعود، تكون حجيرة المنطاد الخلفية أكثر امتلاءً وأثقل وذلك لمساعدة مقدمة المنطاد على الصعود، وعند الهبوط يتم ضخ المزيد من الهواء فى الحجيرة الأمامية، وذلك لجعل المقدمة تتجه إلى أسفل.





فقاعات الهواء

يوجد داخل الغلاف الخارجى للسفينة سكاى شيب والمملوء بغاز الهليوم، كيسان مملوءان بالهواء يطلق عليهما اسم «حجيرتى المنطاد»، وقد صمما للحد من فقد غاز الهليوم الثمين. وفى أثناء صعود سفينة الهواء ينخفض الضغط فى الغلاف الجوى ويتمدد الغاز، وبدلاً من فقد غاز الهليوم، تنفتح صمامات تلقائيًا لإخراج الهواء من حجيرات المنطاد (الصورة فى الأعلى). وعندما تهبط السفينة الجوية ثانية، يدخل الهواء ليعيد ملء حجيرات المنطاد (الصورة إلى اليسار).

تفريغ الهواء

عند ارتفاع السفن الهوائية، تنفتح ثمانية صمامات مثل هذه تلقائيًا للسماح للهواء بالخروج من الأكياس الهوائية.

الدفع إلى أعلى أو إلى أسفل

تسمح مراوح الدفع التى تدور على محور للسفينة بالإقلاع بشكل عمودى، كما أنها تساعد السفينة على الهبوط، وإلا ضاع الكثير من غاز الهليوم الثمين هباءً وذلك عند الحاجة لتفريغه لزيادة ثقل السفينة، وخاصة عندما يفرغ خزان الوقود ويخف وزنه بعد رحلة طويلة.

قناة مزدوجة

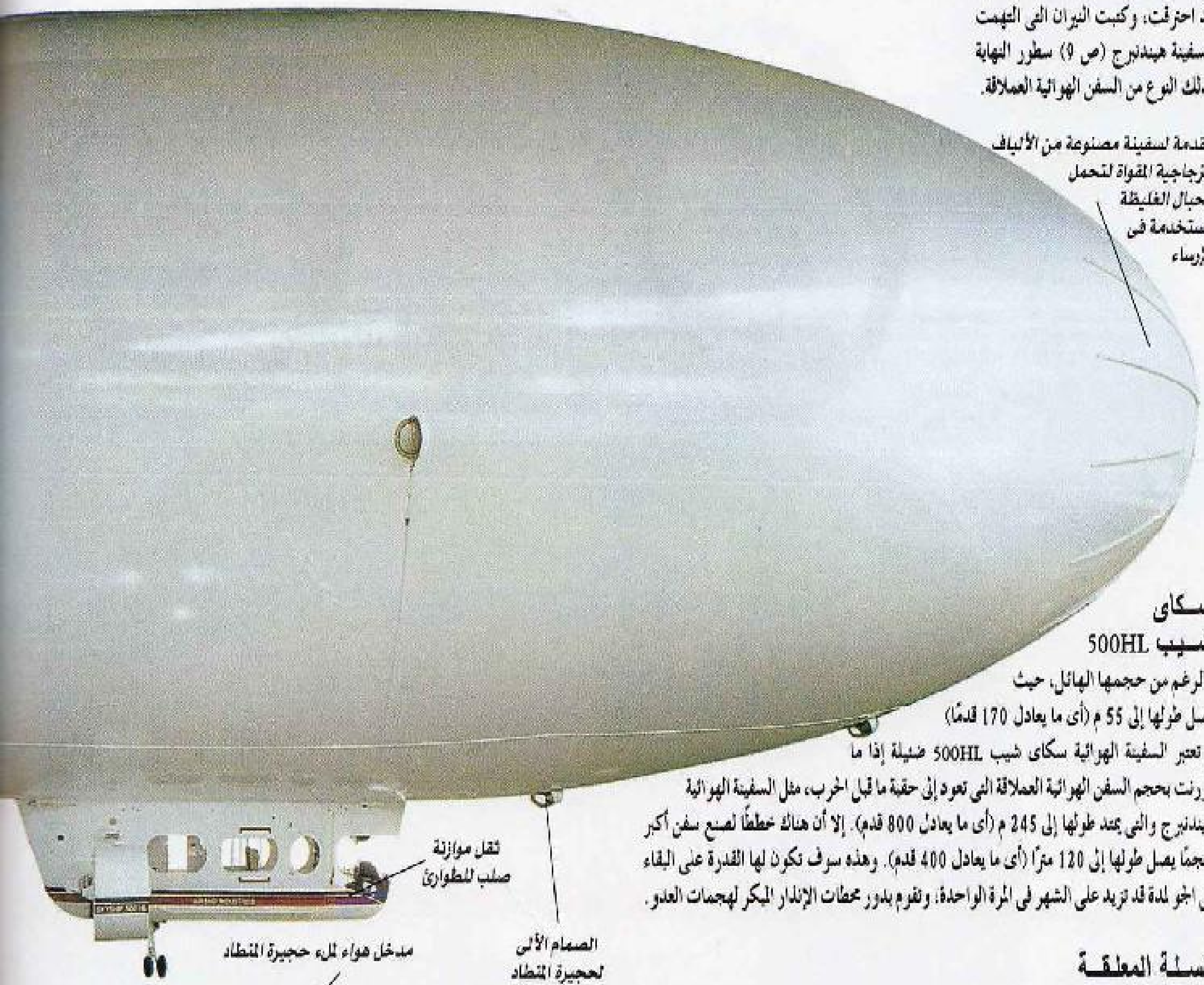
توجد مروحتا دفع كبيرتان، تعملان بمحركات السيارة بورش 911، وهما تدفعان السفينة سكاى شيب إلى الأمام بسرعات قد تصل إلى 160 كم/س (أى ما يعادل 100 ميل فى الساعة)، وكل منهما محاطة بقناة لخفض الضوضاء وزيادة كفاءة الدفع، وكذلك لحماية طاقم العمل الأرضى. وما يميز هاتين المروحتين هو أنهما تدوران على محور وذلك «لتوجيه» قوة الدفع إلى أعلى أو إلى أسفل عند الإقلاع أو الهبوط.

السفينة الهوائية

يبدو أن أيام السفن الهوائية قد ولت إثر عدد من الحوادث المأساوية وذلك قبيل الحرب العالمية الثانية مباشرة (ص 9)، وقد اختفت بالفعل السفن العملاقة التى كانت تُستخدم فى الفترة ما بين سنوات الحرب. إلا أن قدرة السفينة الهوائية على البقاء فى الجو ساعة بعد ساعة كانت مفيدة فى مهام مثل مراقبة الغواصات. وحتى أواخر الستينيات من القرن العشرين، صنعت سفن هوائية غير صلبة وملئت بغاز الهليوم الآمن غير القابل للاشتعال. وبعدها فى الثمانينيات من القرن العشرين اتخذت صناعة السفن الهوائية منحىً مختلفًا وأنتجت جيلاً جديدًا من السفن الهوائية الأكثر متانة، والمصنوعة من مواد أكثر حداثةً، مثل ألياف الكربون ومركبات البلاستيك، وملئت بغاز الهليوم بدلاً من الهيدروجين الذى استخدم فى السفن الهوائية القديمة.

اندلاع الحريق

دائمًا ما كانت السفن الهوائية القديمة التى تملأ بغاز الهيدروجين معرضة لخطر الحريق، حتى إن ما يقرب من نصف السفن الهوائية البالغ عددها 72 التى أطلقتها القوات الألمانية إبان الحرب العالمية الأولى قد احترقت، وكتبت النيران التى التهمت السفينة هيندنبرج (ص 9) سطور النهاية لذلك النوع من السفن الهوائية العملاقة.



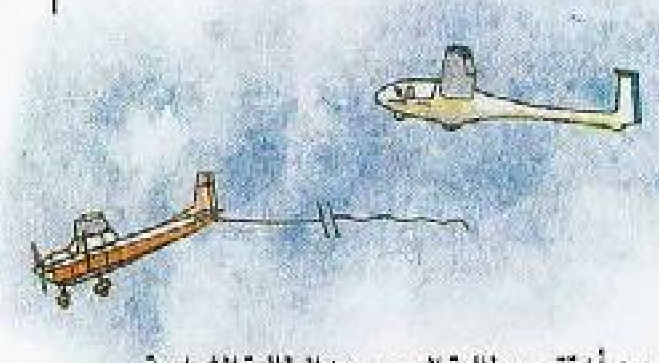
سكاى شيب 500HL

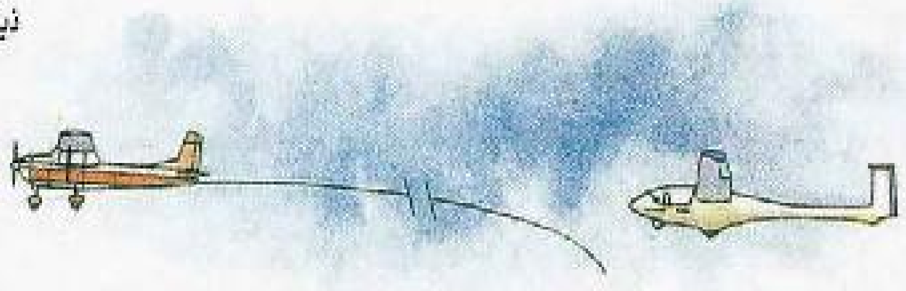
بالرغم من حجمها الهائل، حيث يصل طولها إلى 55 م (أى ما يعادل 170 قدمًا) ـ تعتبر السفينة الهوائية سكاى شيب 500HL ضئيلة إذا ما قورنت بحجم السفن الهوائية العملاقة التى تعود إلى حقبة ما قبل الحرب، مثل السفينة الهوائية هيندنبرج والتى يمتد طولها إلى 245 م (أى ما يعادل 800 قدم). إلا أن هناك خططًا لصنع سفن أكبر حجمًا يصل طولها إلى 120 مترًا (أى ما يعادل 400 قدم). وهذه سوف تكون لها القدرة على البقاء فى الجو لمدة قد تزيد على الشهر فى المرة الواحدة، وتقوم بدور محطات الإنذار المبكر لهجمات العدو.

السلة المعلقة

يسافر الطاقم والركاب فى مقصورة تقع أسفل كيس الهواء ويطلق عليها اسم «الجندول». وهى مصنوعة من ألياف الكربون المتينة ذات الوزن الخفيف، ومزودة بجميع سبل الراحة التى قد تجدها فى الطائرات الحديثة، حتى إن مقصورة القيادة بها تشبه تلك الموجودة فى الطائرة التقليدية ـ باستثناء بدالات دفة الاتجاه، ففى واقع الأمر، أنه فى ظل عدم وجود جنيحات (ص 40 و41)، يقوم الربان بتدوير السفينة من خلال لف ذراع التحكم وذلك لتغيير اتجاه الدفة فى أى جهة يريد.

الجندول الخاص بالسفينة الهوائية سكاى شيب 500HL


بعد أن تتحرر طائرة السحب عن الطائرة الشراعية تزيد من سرعتها وتنطلق بعيدًا


الطائرة الشراعية تطلق حبل السحب عند الوصول إلى الارتفاع المطلوب

أنبوب رشيق

صمم جسم الطائرة الشراعية الرشيق ذو الطرف المستدق بعناية، وذلك للحد من مقاومة الهواء. وقد روعي أن يكون الجسم ضيقًا للغاية حتى في المنطقة المحيطة بمقصورة القيادة، وينكمش الجسم حتى يصل قطره إلى أقل من 30 سم عند الذيل (أي أقل من قدم واحد). كما أن جنيح الذيل صمم على شكل حرف T، للوصول إلى أفضل أداء من ناحية ديناميكا الهواء، وكذلك لحماية ذيل الطائرة من التحطم عند اصطدامه بالمحاصيل الزراعية الطويلة أثناء الهبوط الاضطراري في الحقول.

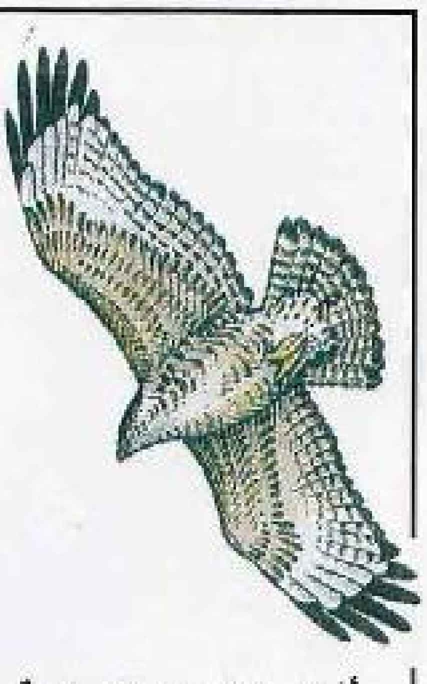
أجنحة صامتة

في بعض الأحيان، استخدمت الطائرات الشراعية الكبيرة مثل هذه الطائرة إير سبيد هورسا (الصورة إلى اليمين) في أثناء الحرب العالمية الثانية لإنزال القوات والمعدات بهدوء خلف صفوف العدو. إلا أنه حال اكتشافها، لم تتحلّ مثل هذه الطائرات بالسرعة؛ كما أنها كانت معرضة للقصف.

طول باع الجناح

عند الأطراف، تفقد جميع الأجنحة بعضًا من قوتها الرافعة نظرًا لأن الهواء المتدفق تحتها يلتفُّ معاودًا الضغط على سطحها العلوي. وكلما ازداد طول الجناح، قل هذا التأثير، ولذا فإن أجنحة الطائرات الشراعية تكون طويلة بشكل ملحوظ.

الطائرات الشراعية الحديثة



أفضل الطائرات الشراعية
علمتنا الطيور الجارحة كيفية التحليق إلى أعلى اعتمادًا على الهواء الدافئ المتصاعد.

بالرغم من أن الطائرات الشراعية قد لعبت دورًا بارزًا فى الأيام الأولى لاكتشاف الطيران (ص10 و11)، فقد ضعف الاهتمام بها لفترة عقب اختراع الطائرات التى تعمل بمحرك. وكمنت المشكلة فى أنه بدون طاقة، كانت أقصى قدرات هذه الطائرات هى التحليق أسفل التل. ولفترة طويلة لم تكن الطائرات الشراعية لتصمد فى الهواء لأكثر من بضع ثوان فقط. إلا أنه فى العشرينيات من القرن العشرين، تبين أن الطائرات الشراعية يمكنها أن تستغل الريح عند الصعود فوق جبل أو تل، كما أنهم اكتشفوا لاحقًا أن الربان يمكنه الحصول على قوى للدفع من «الحراريات»، وهى تيارات الهواء المتصاعد الذى تدفئه الأرض، وذلك بعيدًا عن الجبال. ومنذ ذلك الوقت، حظيت رياضة الطيران الشراعى بشهرة واسعة، وقد طرأت عليها تطورات كثيرة حتى صارت من أكثر الطائرات أناقة وكفاءة بالنظر إلى قوانين الديناميكا الهوائية.

إطلاق الطائرة الشراعية
يمكن إطلاق الطائرة الشراعية بطرق شتى، يعنى مصطلح «السحب بالسيارة» استخدام سيارة قوية لسحب الطائرة الشراعية بواسطة سلك طويل حتى تصعد فى الهواء. أما «الإطلاق بالونش» فيعنى استخدام ونش قوى بنفس الطريقة. وكلاهما رخيص وسريع، إلا أنهما لا يرفعان الطائرة الشراعية لأكثر من 300 م (أى ما يعادل 1000 قدم). وإذا لم يحصل الربان على قوة دافعة من الهواء المتصاعد بسرعة، فلن تدوم رحلته لأكثر من بضع دقائق. وتعتبر طريقة «السحب بالطائرة»، أى باستخدام طائرة ذات محرك لسحب الطائرة الشراعية فى الهواء (إلى الأسفل على اليمين) أكثر كفاءة ولكنها مضيعة للوقت ومكلفة للغاية.

طائرة السحب تقلع عن الأرض والطائرة الشراعية مشدودة إليها

طائرة السحب ذات المحرك تقطر الطائرة الشراعية بحبل يصل طوله إلى 40 م (أى ما يعادل 120 قدمًا)

المكابح الهوائية تخرج من الأجنحة بزاوية قائمة لزيادة انحدار الطائرة عند الهبوط

طرف الجناح منثنى إلى الأسفل لمنع الجنيحات من الاصطدام بالأرض عند الهبوط وكذا للحد من اضطرابات الهواء عند طرف الجناح

الجنيحات

لوحة المعدات

حبل السحب (القطر) يثبت هنا للإطلاق بالونش أو السحب بالسيارة

الطائـرة الشـراعية المـراوغـة
صنعت الطائرات الشراعية الحديثة مثل هذه الطائرة شلايشر ذات المقعد الواحد طراز K23 من البلاستيك الزجاجى المقوى. ليس فقط لأنه قوى وخفيف ولكن لأنه يمكن تشكيله بحيث يكون السطح انسيابيًا للغاية ويؤدى إلى خفض مقاومة الهواء. بهذه الانسيابية والأجنحة ذات التصميم المتقن؛ تكتسب هذه الطائرة الشراعية كفاءة عالية من ناحية ديناميكا الهواء؛ ولذا يمكن القول بأن «معدل الانزلاق» الخاص بها هو 45:1 وذلك يعنى أنها ستهبط مترًا واحدًا (أى ما يعادل 3 أقدام) عن كل 45 مترًا (أى ما يعادل 150 قدمًا) تطيرها. إلى جانب أن الطائرات الشراعية التى تستخدم فى السباقات يمكنها أن تقدم أداء أفضل من ذلك.

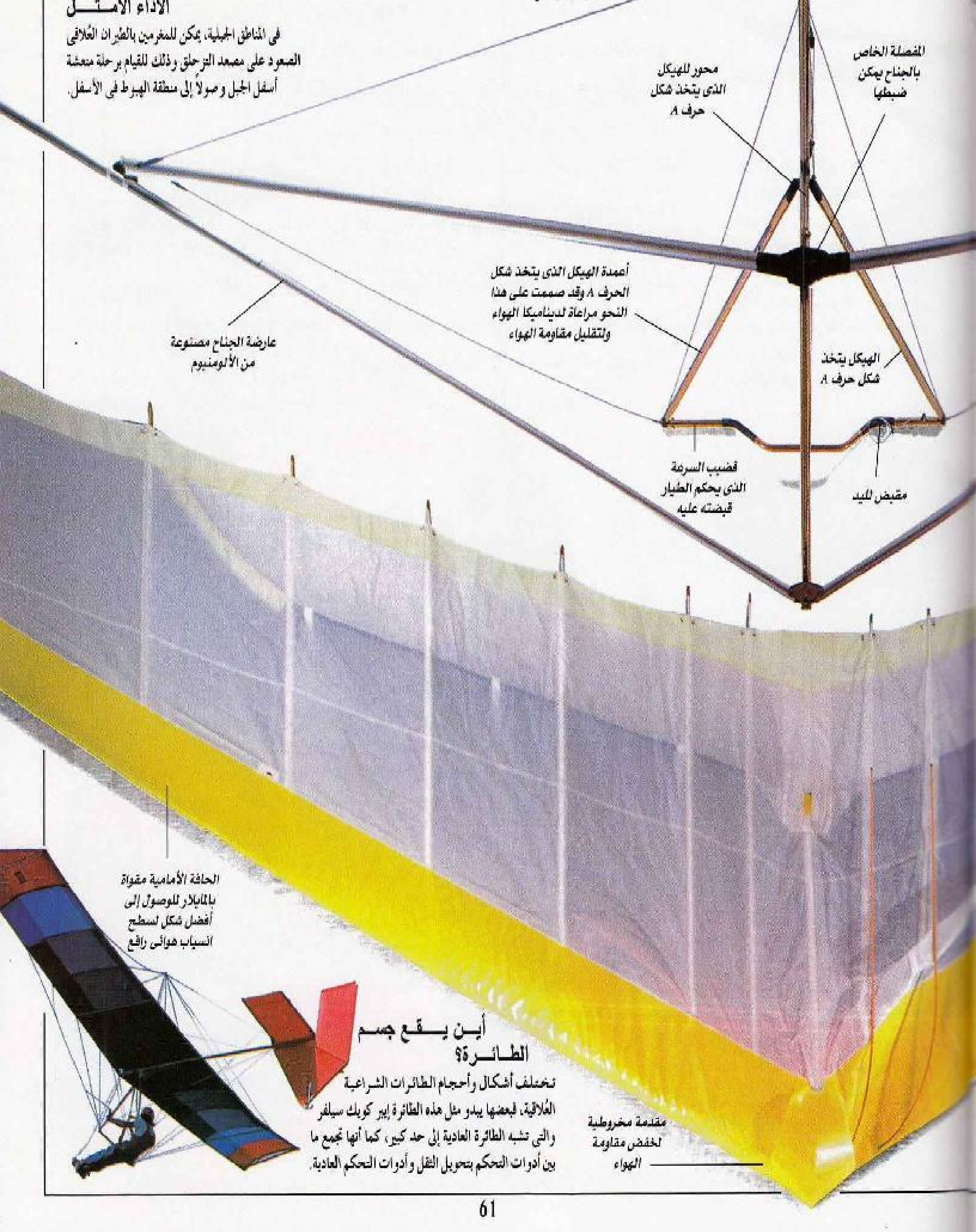
مساعـدة الفريـق
فى الفترة التى انتشرت بها نوادى التحليق الشراعى على قمم التلال، كانت طريقة قفزة «بانجى» كافية لإطلاق الطائرة، فكان الفريق يجرى نحو حافة التل ساحبًا الطائرة الشراعية بحبل مرن. وبمجرد انفصال الطائرة الشراعية عن الأرض، سريعًا ما كانت تحلق فى الهواء.

هيكل بسيط

هيكل الطائرة الشراعية الْعُلاّقية مصنوع من أنابيب من الألومنيوم الملحومة جيدًا والخاص بالطائرات، والمتشابكة مع الأسلاك المصنوعة من الاستانلس ستيل. وهى قوية وخفيفة وبسيطة للغاية حتى إنه يمكن طيها حملها أو بسطها في غضون دقائق. وتحت المثلث العريض الخاص بالجناح في جانبي الطائرة، يمتد الهيكل الذى يتخذ شكل حرف A بشكل رأسي. ويحصل طيارو الطائرات الشراعية على الدعم الكافي من الجهاز الخاص بهم والذى يتدلى من أعلى الهيكل الذى يتخذ شكل الحرف A كما يمكنهم وضع أيديهم على العمود، وذلك بغرض التحكم في الطائرة الشراعية من خلال أرجحة أجسادهم في أى اتجاه يشاءون.

الأداء الأمثــل

في المناطق الجبلية، يمكن للمغرمين بالطيران الْعُلاّقي الصعود على مصعد التزحلق وذلك للقيام برحلة منعشة أسفل الجبل وصولاً إلى منطقة الهبوط في الأسفل.



أيـن يـقـع جسم الطـائـرة؟

تختلف أشكال وأحجام الطائرات الشراعية الْعُلاّقية، فبعضها يبدو مثل هذه الطائرة إيبر كويك سيلفر والتى تشبه الطائرة العادية إلى حد كبير، كما أنها تجمع ما بين أدوات التحكم بتحويل الثقل وأدوات التحكم العادية.

الطائـرات الشراعيـة العُلاقيـة

يبدو أن فكرة الطيران بجناحين قد ذهبت طى النسيان بعد وفاة ليلينتال وغيره من رائدى الطائرات الشراعية فى حوالى عام 1900 (ص 10 و11). ولكن فى الأربعينيات من القرن العشرين، ابتكر أمريكى يدعى فرانسيس روجالو نوعًا جديدًا من الطائرات الشراعية مستخدمًا جناحًا (مثلث الشكل) على شكل دلتا مصنوعًا من نسيج خاص. وقد تم تطويرها فى البداية ببساطة بحيث تكون مظلات يمكن التحكم فى اتجاهها وذلك لإعادة المعدات إلى الأرض ثانية من الفضاء. إلا أن بعض الأشخاص قادوا أجنحة روجالو من خلال التدلى من تحت الجناح وتغيير اتجاهه عن طريق نقل الوزن. وقد استمرت الفكرة، فبعدها بفترة وجيزة صارت الطائرات الشراعية العُلاقيّة (التى يتعلق بها رائدها) تنزل من على التلال فى جميع أنحاء العالم. وأصبح الطيران العُلاقى واحدًا من أشهر الرياضات الجوية فى العالم.

فـرد الجناحـين

كانت الطائرات العُلاقية الأولى، طراز روجالو، تنزل بمعدل انزلاق (ص 58) قدره 1:25 فقط، ولذا كانت الرحلات ممتعة ولكنها قصيرة. إلا أن الأجنحة تطورت تدريجيًا، وأصبحت الآن طويلة وضيقة، أقرب شبهًا إلى حدٍّ بعيد بالأجنحة التقليدية منها إلى الأجنحة الأصلية التى كانت على شكل دلتا. وقد أضيفت طبقة من نسيج أقل إلى الطبقة الواحدة الأصلية وذلك لجعل سطح انسياب الهواء الرافع أكثر كفاءة، والنتيجة هى تغير معدلات الانزلاق لتصبح 1:14 أو ما هو أفضل من ذلك، إلى جانب أنها تشبه الطائرات التى تعمل دون محرك، حيث إن الطائرات الشراعية يمكنها أن تستفيد كذلك من التيارات الحرارية وذلك للتحليق لمسافات قد تزيد على 160 كم (أى ما يعادل 100 ميل).

أكيـاس الطـيران

فى الطائرات الشراعية العُلاقيّة الأولى، اعتاد الطيارون على التدلى من جهاز له مكانه الخاص فى عدة القفز. وبهدف خفض مقاومة الهواء ولتحقيق المزيد من الراحة، استُبدلَ بتلك الأجهزة أكياس طويلة للجسم، وهذه الأكياس تمتاز بكونها محكمة كما أنها تدعم الجسم حتى إن الطيار ليستطيع أن يطير فيها لبضع ساعات دون الشعور بالتعب أو بالبرد.

هيكل قوى

تمتع الطائرة فائقة الخفة بهيكل يشبه الهيكل الخاص بالطائرة الشراعية العُلاقية، من حيث بساطته وقابليته للطى وكونه مصنوعًا من الألومنيوم، إلا أن قوته تزيد ثلاث مرات عن ذلك الموجود فى الطائرة الشراعية العُلاقية. كما أن هيكلها مصمم على شكل حرف A لمزيد من التحكم. وكما هى الحال فى الطائرة الشراعية العُلاقية، يتمسك الملاح الجوى بالقضيب ويغير اتجاه وزنه لتغيير ميل الطائرة (للنزول أو الصعود) أو الدوران يسارًا أو يمينًا.

الطائـرات المحمولـة

منذ الأيام الأولى لظهور الطائرات التى تعمل بالمحرك، راودت محبى الطيران أحلام تتعلق بالحصول على طائرات صغيرة ورخيصة وعملية يستطيع أناس عاديون قيادتها. إلا أنه، حتى وقت قريب، ظلت الطائرات آلات غالية الثمن ومعقدة للغاية حتى تلك الطائرات من أمثال دى هافيلاند من سلسلة موث (ص 43) التى تعتبر طائرة أساسية وشعبية. وفى عام 1973، بدأ رائد الطائرات الشراعية الأسترالى بيل بينيت تجاربه على طائرة شراعية وموتور المنشار السلسلى الذى يدير مروحة دفع خلف الطيار، وبالرغم من أنها لم تكن آمنة تمامًا فإنها عملت بالفعل، وبذلك ولدت الطائرة فائقة الخفة، ومنذ ذلك الحين أصبحت طريقة وضع المحرك أكثر أمانًا وعملية وتم تطوير الهيكل حتى يتحمل ذلك الوزن الإضافى، وأصبحت الطائرات فائقة الخفة تستخدم فى جميع أنحاء العالم، بعضها مزودة بأجنحة مرنة مثل الطائرات الشراعية العُلاقية وبعضها الأخرى - وخاصة فى الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا - تطورت لتصبح طائرات صغيرة ذات أجنحة ثابتة وأسطح للتحكم.

أول طائرة فائقة الخفة

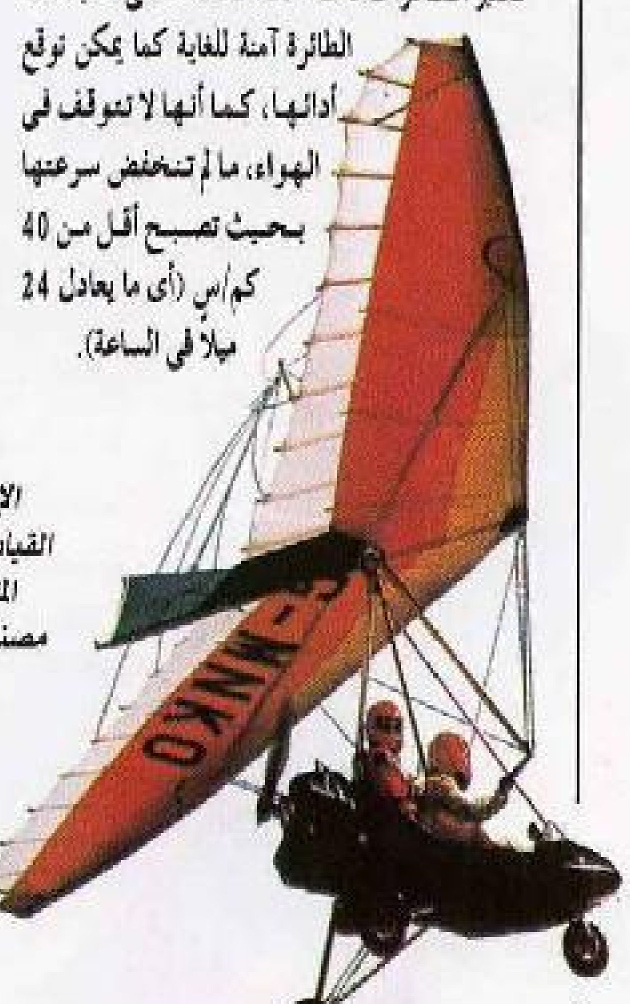
ربما كانت تلك الطائرة الصغيرة رقم 19 ذات الأجنحة الأحادية والتى لم يتعد طول باع الجناح بها ستة الأمتار (أى ما يعادل 18 قدمًا) والتى صنعها الرائد البرازيلى ألبرتو سانتوس دومونت هى أول طائرة فائقة الخفة. وقد صممها فى باريس فى عام 1907 كطائرة صغيرة وكانت قابلة للطى بحيث كان فى إمكانه حملها فى سيارته.

جناح عريض

مثل الطائرات الشراعية العلاقية الموجودة فى صفحتى 60 و61، تمتاز الطائرة الفائقة الخفة مثل هذه الطائرة طراز سولار وينج بيجاسوس Q بجناح مسطح مثلث الشكل مصنوع من الداكرون. إلا أن عرض هذا الجناح يزيد على عرض الجناح الخاص بالطائرة الشراعية وذلك لرفع الوزن الزائد الخاص بالمحرك والمقصورة والطاقم المكون من فردين.

بيجاسوس أثناء الطيران

تعتبر الطائرات ذات الخفة الفائقة التى تشبه هذه الطائرة آمنة للغاية كما يمكن توقع أدائها، كما أنها لا تتوقف فى الهواء، ما لم تنخفض سرعتها بحيث تصبح أقل من 40 كم/س (أى ما يعادل 24 ميلًا فى الساعة).



الترو سيكل الهوائى

عادة ما يجلس الطاقم الخاص بالطائرة فائقة الخفة داخل عربة (أو مقصورة) الركاب المصنوعة من الألياف الزجاجية، وهى مزودة بثلاث عجلات لمزيد من الثبات عند الإقلاع والهبوط. يجلس الراكب خلف ربان الطائرة ويكون مقعده أعلى قليلًا من مقعد الربان، والذى تواجهه لوحة المعدات ومن ضمنها مؤشر للسرعة ومقياس للارتفاع. وعند الإقلاع يزيد عدد دورات المحرك مستخدمًا دواسة القدم، ولكن فى أثناء التحليق، يمكن ضبط سرعة التحليق من خلال مقبض يتم التحكم به عن طريق اليد. ويمكن للطائرة سولار وينج بيجاسوس Q أن تصعد بسرعة تزيد على 270 مترًا (أى ما يعادل 900 قدم) فى الدقيقة ويمكنها التحليق بسرعة 144 كم/س (أى ما يعادل 90 ميلًا فى الساعة).

أسئلة وأجوبة

الطائرة طراز LVG CVI لعام 1917

س: من كان أول شخص يحلق فى الهواء؟

ج: أول من طار فى الهواء هو جين فرانسوا بيلاتر دى روسييه، حيث كان فى صحبة الماركيز دارلانديه، وقد استغرقت رحلته 23 دقيقة، قطع خلالها 9 كم (أى ما يعادل 5,5 ميل) وذلك فى منطاد مونتجولفييه فى الحادى والعشرين من نوفمبر عام 1783. إلا أن أول ملاح جوى هو أوتو ليلينثال، الذى اخترع طائرة شراعية علاقية عملية وأصبح بذلك أول شخص يقوم برحلات متكررة يمكن التحكم فيها وذلك فى أوائل التسعينيات من القرن التاسع عشر. وقاد أورفيل رايت أول طائرة تعمل بمحرك فى العالم وذلك فى 17 ديسمبر عام 1903 فى كيتى هوك بكارولينا الشمالية، فى الولايات المتحدة الأمريكية، على متن الطائرة فلاير. وقد استغرقت رحلته 12 ثانية، قطع خلالها 37 مترًا (أى ما يعادل 120 قدمًا).

الطائرة إيرباص طراز A3XX
(والتى يطلق عليها حاليًا اسم A380)

س: ما أكبر طائرة تجارية فى العالم؟

ج: أكبر طائرة ركاب تجارية فى العالم حاليًا هى الطائرة بوينج 747 . 004، حيث يبلغ طولها 70 م (أى ما يعادل 232 قدمًا) وباع جناحها هو 64 م (أى ما يعادل 211 قدمًا) ويمكنها أن تقل 420 راكبًا. ولكن الطائرة إيرباص طراز A380 والتى ستصنعها شركة إيرباص ستكون هى الكبرى ما إن يبدأ إنتاجها. وسيكون باع الجناح الخاص بالطائرة A380 حوالى 80 م (أى ما يعادل 262 قدمًا) وستكون لها القدرة على حمل 555 راكبًا فى ثلاث درجات مختلفة من المقاعد.

س: لماذا تستخدم معظم طائرات الركاب النفاثة المحركات التوربينية المروحية بدلاً من التوربينية النفاثة؟

ج: بالرغم من أن الطائرات المزودة بمحركات توربينية مروحية نفاثة مثل الطائرة بوينج لا يمكنها أن تتعدى نصف سرعة الطائرة كونكورد المزودة بمحرك توربينى نفاث، فإن المحركات التوربينية المروحية أهدأ وتكلفة تشغيلها أقل. والطائرة كونكورد ممنوعة من دخول بعض المطارات بسبب الصوت الهائل الذى تصدره لدى اختراقها سرعة الصوت.

س: كيف تمكن الطيارون الأوائل من تحديد طريقهم؟

ج: لم تكن الطائرات الأولى مزودة بأية معدات على الإطلاق، ولذا كان الطيارون الأوائل يحددون طريقهم من خلال النظر من خارج الطائرة للتعرف على معالم المنطقة التى يحلقون فوقها، مثل برج الكنيسة. ولمعرفة الارتفاع الذى يصلون إليه حمل الطيارون فى جيوبهم مقياسات للارتفاع تشبه تلك التى يستخدمها متسلقو الجبال.

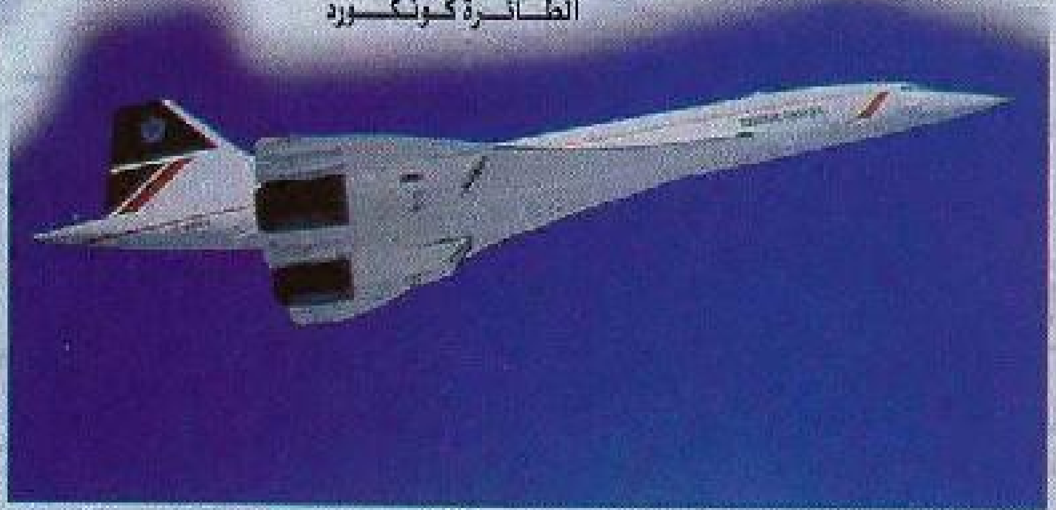
س: هل ستتمكن طائرات الركاب من الطيران بسرعة أكبر من الطائرة كونكورد؟

ج: تعمل حاليًا بعض البلاد، ومنها الولايات المتحدة الأمريكية من خلال برنامجها هايبر X، على تطوير طائرة ستتمكن من اختراق أضعاف سرعة الصوت. حيث ستبلغ سرعتها خمسة أضعاف سرعة الصوت.

س: لماذا تلف مراوح الدفع الخاصة بالطائرات؟

ج: تكون سرعة دوران مراوح الدفع الخاصة بالطائرات أسرع عند الأطراف عنها فى المركز، فإذا ما كانت زاوية طرف ذراع المروحة مساوية لزاويته فى المنتصف فسيزيد ذلك من مقاومة الهواء عند الطرف، وسيؤدى ذلك حتمًا إلى تباطؤ مروحة الدفع أو إلى التواء الذراع. ولذا فإن لف الذراع قليلاً يهدف إلى جعل مقاومة الهواء واحدة على مستوى سطح مروحة الدفع.

الطائرة كونكورد



محطمو الأرقام القياسية

أكبر طائرة
كانت المركبة الطائرة هيوجز هيركوليز طراز H-4، الإوزة الأنيقة، هى أكبر طائرة فى العالم حيث يصل طول جناحيها إلى 97.5 م (أى ما يعادل 320 قدمًا).

أصغر طائرة
أصغر طائرة مزدوجة الجناح فى العالم هى الطائرة بامبل بى تو، ويبلغ طولها 2,64 متر (أى ما يعادل 8,7 قدم) فقط وتزن 180 كجم (أى ما يعادل 400 رطل).

أثقل طائرة
تعتبر الطائرة أنتونوف طراز An-225 والتى أطلق عليها اسم مريا (وتعنى «الحلم») هى أثقل طائرة تطير على الإطلاق، حيث تزن حوالى 600 طن. وهذه الطائرة مزودة بستة محركات ويصل طول المكان المخصص لحمل البضائع بها إلى 43 م (أى ما يعادل 142 قدمًا).

أسرع طائرة ركاب تجارية
يمكن للطائرة كونكورد أن تحلق بسرعة تصل إلى 2,05 ماخ، أو 2,179 كم/س (أى ما يعادل 1,345 ميل فى الساعة)، وهى ضعف سرعة الصوت، وبالرغم من قدرتها على الطيران بضعف سرعة الطائرة بوينج 747، فإنها لا تتسع لأكثر من 128 راكبًا.

أكثر المطارات انشغالاً
عد مطار أوهارا الدولى بشيكاغو أكثر المطارات انشغالاً فى العالم فى عام 2001، وذلك من حيث عدد مرات الإقلاع والهبوط. فى حين اعتبر مطار هارتسفيلد الدولى بأطلنطا، جورجيا، أكثر المطارات انشغالاً من حيث عدد الركاب، حيث ارتاده 80,1 مليون راكب فى ذلك العام.

مطار أوهارا بشيكاغو

حقائــق مذهلــة

أول رحلة جوية يقوم بها الأخوان رايت

أول ركاب فى رحلة جوية مجانية هم شاة وبطة وديك صغير، وقد حلقت فى عام 1783 فى سلة من الأماليد المجدولة معلقة من منطاد صممه الأخوان مونتجولفييه.

أول متهرب فى تاريخ الرحلات الجوية كان شابًا يدعى فونتين؛ والذى قفز داخل أحد مناطيد مونتجولفييه التى تعمل بالهواء الساخن فيما كان يقلع فى يناير عام 1784.

قامت الطائرة «فلاير» بأربع رحلات جوية فى يوم 17 ديسمبر لعام 1903، حيث تبادل الأخوان رايت استقلالها، وأطول رحلة فى ذلك اليوم كانت تلك التى قام بها ويلبور حيث استغرقت 59 ثانية وقطع خلالها مسافة بلغت 260 مترًا (أى ما يعادل 853 قدمًا).

تعتبر البارونة رايموند دى لاروش أول سيدة تقوم برحلة جوية بمفردها فى عام 1909، وبعد ذلك بعام أصبحت أول سيدة تحصل على ترخيص بالطيران من قبل نادى الطيران الفرنسى.

أول رحلة فردية عبر الأطلنطى قام بها تشارلز ليندبرج فى عام 1927، فى طائرة أحادية الجناح طراز ريان، والتى أطلق عليها اسم «روح سانت لويس».

أحد التحديات التى واجهها ليندبرج أثناء رحلته عبر الأطلنطى والتى استغرقت ثلاثة وثلاثين ساعة ونصفًا هو البقاء مستيقظًا كل هذه الفترة، وقد تمكن من فعل ذلك من خلال قرص نفسه وفتح النافذة الجانبية للطائرة وذلك للحصول على دفعة من الهواء المنعش.

أول رحلة جوية بالمروحية قام بها الميكانيكى الفرنسى بول كورنو فى عام 1907 حيث ارتفعت آلته عن الأرض وحلقت به لمدة 20 ثانية.

أطلق اسم «بلو ماكس» (وهو الاسم المتعارف عليه لأرفع أوسمة الشرف الألمانية عن الخدمة فى أثناء الحرب العالمية الأولى، وسام الشجاعة)، تيمنًا بماكس إيميلمان وهو طيار مغوار، وكان قد حصل على جوائز بالفعل.

فى الأيام الأولى للطيران، كانت جائزة شنايدر واحدة من أشهر الجوائز فى عالم الطيران، وقد فاز موريس بريفوست فى أول سباق جوى للطائرات البحرية نظم فى إطار منح جائزة شنايدر والذى عقد فى موناكو عام 1913، وكان موريس هو الوحيد الذى صمد حتى نهاية السباق، وكان متوسط سرعته هو 73,6 كم/س (أى ما يعادل 45,7 ميل فى الساعة).

نظم أول سباق جوى نسائى فى الولايات المتحدة الأمريكية فى عام 1929، وصار معروفًا باسم «باودر باف ديربى» (سباق الجنس اللطيف)، وقد شاركت فيه أميليا إيرهارت (انظر الصفحة 67).

أول طائرة تجارية حديثة هى الطائرة بوينج 247، والتى صنعت عام 1933، وقد أقلت 10 ركاب على متنها.

تشارلز ليندبرج

الملصق الخاص بجائزة شنايدر

تستطيع طائرات بوينج 747-400ER قطع مسافة 14,200 كم (أى ما يعادل 8,800) دون توقف ودون إعادة ملئها بالوقود.

قام بأطول رحلة جوية تعتمد على طاقة الإنسان بطل الدراجات اليونانى كانيلوس كانيلوبولوس وذلك فى إبريل لعام 1988 فى ديدالوس، وذلك باستعمال الدواسة عبر مسافة وصلت إلى 120 كم (أى ما يعادل 75 ميلاً) وذلك لمدة 4 ساعات.

فى عام 1999 أصبح منطاد بريتلينج أوربيتر 3 أول منطاد يقوم برحلة حول العالم دون توقف، وفى عام 2002 قام ستيف فوسيت بهذه الرحلة وحده، وقد استغرقت رحلته 13 يومًا.

ستيف فوسيت

صانعو الطائرات

ويليام إدوارد بوينج

هوجو يانكرز (1859-1935)

هو مهندس الطيران الألمانى الذى تمكنت شركته من صنع أول طائرة قادرة على الطيران مصنوعة من المعدن بالكامل فى عام 1915، وفى عام 1916، صنعت شركته أول طائرة من خليط معدنى خفيف.

ويليام إدوارد بوينج (1881-1956)

هو صانع الطائرات الأمريكى الذى أسس شركة باسيفيك لمنتجات الطيران فى عام 1916. وقد أصبح اسم الشركة هو شركة بوينج للطائرات فى عام 1917، حيث أصبحت أكبر شركة لتصنيع الطائرات فى العالم.

أنتونى فوكر (1890-1939)

هو مهندس الطيران الهولندى الذى صنع أول طائرة فى عام 1911. وقد أسس مصنع فوكر للطائرات فى ألمانيا عام 1913، واختص هذا المصنع بصناعة الطائرات للقوات الجوية الألمانية إبان الحرب العالمية الأولى. هاجر إلى الولايات المتحدة فى عام 1922 وأصبح رئيسًا لشركة فوكر الأمريكية لصناعة الطائرات.

جيوفرى دى هافيلاند (1882-1965)

هو مصمم الطائرات البريطانى وطيار الاختبار الذى عمل فى المصنع التابع للقوات الجوية الملكية بفارنبورو، إنجلترا. وقد أسس الشركة الخاصة به فى عام 1920، والتى صنعت الطائرة الخفيفة موث طراز DH-60 والطائرة موسكيتو والطائرة كوميت والتى تعتبر أول طائرة ركاب نفاثة فى العالم.

دونالد ويلز دوجلاس (1892-1981)

هو مصمم ومصنع الطائرات الأمريكى الذى أسس شركة ديفيد دوجلاس فى عام 1920. ومن بين الطائرات الناجحة التى تمكن من صنعها الطائرتان دوجلاس وورلد كروزر (وقد استطاعت اثنتان من تلك الطائرات القيام برحلات تاريخية حول العالم فى عام 1924) وكذا الطائرات التى تعمل بمحرك نفاث طراز DC-3 وDC-8 وDC-9 وDC-10. وقد اندمجت هذه الشركة مع ماكدونل فى عام 1967.

إرنست هاينريتش هاينكيل (1888-1958)

هو مصنع الطائرات ومهندس الطيران الألمانى الذى أسس الشركة الخاصة به فى عام 1922، وقد صنع سلسلة من الطائرات البحرية والقوارب الطائرة والطائرات الحربية. كما صنع أول طائرة نفاثة (طراز HE-178) فى عام 1939، وكذا أول طائرة صاروخية (طراز HE-176).

ألان هاينز لوكهيد (1889-1969)

هو مصنع الطائرات الأمريكى الذى أسس شركة طائرات ألكو هايدرو فى عام 1913، وبعدها وفى عام 1916، أسس شركة لوكهيد للطائرات، والتى أعيد افتتاحها فى عام 1926 تحت اسم شركة لوكهيد للطائرات.

دونالد ويلز دوجلاس

الطيـــارون

أميليـا إيـرهـارت

جون ويليام ألكوك (1892-1919)

هو الملاح الجوى الذى تمكن فى يونيو 1919 من عبور الأطلنطى دون توقف من العالم الجديد حتى أيرلندا، وذلك بصحبة الملاح الجوى آرثر ويتن براون، وبعدها بوقت قصير لقى ألكوك مصرعه فى حادث طائرة بفرنسا.

آرثر ويتن براون (1886-1948)

هو الطيار والملاح الجوى البريطانى الذى اصطحب ويليام ألكوك فى أول رحلة عبر الأطلنطى.

ماكس إيميلمان (1890-1916)

هو الطيار المغوار الذى شارك فى الحرب العالمية الأولى، وقد ابتكر مناورة سميت باسمه (حيث أطلق عليها اسم دوران إيميلمان)، وتتكون من نصف لفة تتبعها نصف دورة، ويقال إن هذه كانت سبيل الطيارين للهروب من الملاحقة أو عند شن هجوم. وقد قتل فى ميدان المعركة فى عام 1916.

تشارلز كينجسفورد سميث (1897-1935)

هو طيار أسترالى، وكان أول من قام برحلة فوق الباسيفيكى من الولايات المتحدة إلى أستراليا فى عام 1928، كما قام بأول رحلة جوية دون توقف عبر أستراليا، وبأول رحلة من أستراليا إلى نيوزيلندا. وقد أسس خطوط الطيران الأسترالية فى عام 1928، إلا أنه اختفى هو وطاقمه فوق خليج البنجال.

ويلى بوست (1899-1935)

الملاح الجوى الأمريكى الذى حقق رقمًا عالميًا قياسيًا فى الطيران حول العالم فى الطائرة لوكهيد فيجا وينى ماى وذلك فى يونيو عام 1931، وفى صحبة الملاح الجوى هارولد جاتى، وقد استغرقت الرحلة 8 أيام و15 ساعة و51 دقيقة. وفى عام 1933، كان أول شخص يطير حول العالم وحده تمامًا. وقد لقى مصرعه فى حادث جوى فى عام 1935.

أميليا إيرهارت (1897-1937)

هى الطيارة الأمريكية التى تعتبر أول سيدة تعبر الأطلنطى من العالم الجديد حتى ويلز، وذلك فى يونيو من عام 1928 فى طائرة طراز لوكهيد فيجا. وقد اختفت إيرهارت مع ملاحها الجوى فريد نونان فوق الباسيفيكى فى يوليو عام 1937 إبان محاولة للقيام برحلة حول العالم.

تشارلز أوجستس ليندبرج (1902-1974)

هو الملاح الجوى الذى كان يعمل على خطوط البريد الجوى وقد نال شهرة واسعة بعد أن تمكن من القيام بأول رحلة دون توقف عبر الأطلنطى، من نيويورك إلى باريس، فى مايو لعام 1927، وعلى متن طائرته روح سانت لويس.

آمى جونسون (1903-1941)

هى ملاحة جوية بريطانية، حصلت على رخصة الطيران فى عام 1928 وبعد عامين، قامت برحلة منفردة من إنجلترا إلى أستراليا استغرقت 19 يومًا ونصف اليوم، فى طائرة دو هافيلاند طراز DH-60 موث، والتى أطلق عليها اسم جاسون.

تشارلز "تشاك" ييجر (1923-)

هو طيار اختبار أمريكى انضم إلى صفوف القوات الجوية الأمريكية إبان الحرب العالمية الثانية، وكان ييجر أول طيار يطير بسرعة تفوق سرعة الصوت، حيث وصلت سرعته إلى 1,100 كم/س (أى ما يعادل 700 ميل فى الساعة)، أو 1,06 ماخ وذلك فى 14 أكتوبر لعام 1947، فى طائرة صاروخية طراز بيل XS-1، وقد أطلق على هذه الطائرة اسم "جلينيس"، وهو اسم زوجة ييجر.

تشارلز "تشاك" ييجر

من هو؟

لم يكن التقدم الهائل الذى تحقق فى عالم الطيران إبان السنوات المائة الماضية ممكنًا لولا شجاعة وتفانى رواد الطائرات الأوائل. وإليكم بعضًا من هؤلاء الرواد، وعددًا قليلاً من كثيرين ساهموا فى عملية إنتاج الطائرات، سواء كانوا مصممين أو مهندسين أو صناعًا أو ملاحين جويين اختباريين.

رواد الطـــيـــران

جوزيف وإيتيان مونتجولفييه

المخترعان الفرنسيان جوزيف (1740-1810) و إيتيان (1745-1799) هما أبناء أحد صانعى الورق من جنوب شرقى فرنسا. وقد استرعى انتباههما كيف يرتفع الورق فى المدخنة عندما يحترق، وقد ابتكرا أول منطاد يعمل بالهواء الساخن فى عام 1782.

السير جورج كايلى (1773-1857)

هو المهندس الإنجليزى ورائد الطيران الذى طور المبادئ الأساسية للطائرة التى يزيد وزنها على وزن الهواء، ومن بين جملة أشياء أخرى كان أول مخترع يتوصل إلى كيفية صنع الجناح، كما اكتشف مميزات السطح المقوس، وفى عام 1853، صنع أول طائرة شراعية ناجحة تقل بشرًا.

هنرى جيـفـارد (1825-1882)

هو المهندس والمخترع الفرنسى الذى تمكن فى عام 1852، من صنع منطاد على شكل سيجار مزود بمحرك بخارى خفيف، ومروحة دفع، ودفة اتجاه، ونجح فى قيادته لمسافة 27 كم (أى ما يعادل 17 ميلاً). ويعتبر هذا المنطاد هو رائد السفينة الهوائية أو المنطاد الموجه.

أوتو ليلينثال

فرديناند فون زيلن (1838-1917)

هو ضابط الجيش الألمانى الذى تمكن من صنع المنطاد الموجه أو السفينة الهوائية آلية الدفع (التى أطلق عليها اسم زيلن) ما بين 1897 و1900، والذى حلق للمرة الأولى فى 2 يوليو عام 1900. وفيما بعد، أسس زيلن شركة لصناعة أسطول من السفن الهوائية.

كليمنت آدر (1841-1925)

هو المهندس الفرنسى الذى صنع الطائرة المزودة بمحرك بخارى ذات الجناح الخفاشى التى أطلق عليها اسم يونى ما بين 1882 و1890، وبذلك أصبح أول من قام بإقلاع فى طائرة تعمل بمحرك وقابلة للتوجيه فى أكتوبر 1890. وقد قطع مسافة 50 م (أى ما يعادل 165 قدمًا).

أوتو ليلينثال (1848-96)

هو مخترع الطائرات ورائد الطائرات الشراعية الألمانى، والذى درس كيفية تحليق الطيور ليتمكن من صنع طائرة أثقل من الهواء، وقد نشر كتابًا بناء على بحثه يحمل اسم تحليق الطيور كأساس للطيران (1889). وبعدها صنع سلسلة من الطائرات ذات الجناح الأحادى الثابت وكذلك طائرات شراعية مزدوجة الجناح، وقد قام بما يزيد على 1000 رحلة جوية. ولقى مصرعه فى حادث طيران بالقرب من برلين حيث أفقدته الرياح السيطرة على طائرته الشراعية.

ويلبـــور رايـــت

الأخوان أورفيل و ويلبور رايت

هما رائدا الطيران الأمريكيان الأخوان أورفيل (1871-1948) وويلبور (1867-1912) رايت وقد تمكنا من تعليم نفسيهما وكانا أول من حلقا فى طائرة أثقل من الهواء تعمل بمحرك وذلك فى كيتى هوك بولاية كارولينا الشمالية بالولايات المتحدة الأمريكية فى 17 ديسمبر عام 1903. وقد سجلا براءة اختراع طائرتهما وفى عام 1909، أسسا شركة لإنتاج الطائرات.

لويس بليريوت (1872-1936)

هو الطائر الفرنسى ورائد الطائرات الأحادية ذات الجناح الواحد والذيل المنفصل والمحرك الأمامى. وفى 25 يوليو عام 1909، حلق عبر بحر المانش فى طائرته الصغيرة طراز XI، وقد ذاع صيته ونال شهرة واسعة فى ذلك الوقت.

مختـرعــون ومهندســون ومصممــون

إلمر أمبروز سبيرى (1860-1930)

هو المخترع الأمريكى لعدد من الأجهزة الجديدة ومن بينها البوصلة الجيروسكوبية (1911) والمعدات ذات الثبات الجيروسكوبى للطائرات، مثل الجيروسكوب الاتجاهى والنفاق الجيروسكوبى، ومؤشر الانحراف. وقد صمم ابنه، لورنس سبيرى (1892 ـ 1923) عجلات هبوط متحركة.

سيدنى كام (1893-1966)

هو مصمم الطائرات الإنجليزى الذى أصبح المصمم الأساسى لشركة هوكر الهندسية (والتى تغير اسمها فيما بعد إلى هوكر سيديلى للطيران)، وتتضمن الطائرات التى صممها الطائرات مزدوجة الجناح فيرى وهارت وديمون وكذلك الطائرة ذات المحرك النفاث سى هوك والطائرة النفاثة هاريير جامب.

إيجور إيفانوفيتش سيكورسكى

جوان دى لا سيرفا (1895-1936)

هو المخترع الإسبانى الذى طور الطائرة «أوتوجيرو» وهى طائرة هليكوبتر ذات جناح دوار. وكان يرنو إلى أن تصبح هذه الطائرة وسيلة آمنة من وسائل النقل الجوى.

فرانك ويتل (1907-96)

هو رائد الطائرات النفاثة البريطانى الذى تدرب كطيار فى القوات الجوية الملكية وأصبح طيار اختبار. وقد صمم المحرك التوربينى الغازى النفاثى الدفع والذى استخدم فيما بعد فى الطائرة جلوستر فى عام 1941. وكان اختراعه بداية التحول نحو استخدام المحركات النفاثة على مستوى العالم فى الطائرات ذات السرعة العالية والتى تحلق على ارتفاعات شاهقة.

إيجور إيفانوفيتش سيكورسكى (1889-1972)

هو مهندس الطيران الذى ولد فى روسيا والذى صنع طائرات، وسفنًا طائرة وفى عام 1939 صنع أول طائرة هليكوبتر ناجحة طراز VS-300.

فريق السهم الأحمر لأداء الألعاب الأكروباتية الجوية

طائرة تدريب نفاثة طراز هوك 12 تابعة لفريق السهم الأحمر

العـروض الجويـة

في العديد من العروض الجوية والفعاليات الأخرى، يمكنك أن ترى فرقًا جوية تقوم بألعاب أكروباتية جريئة. ويعتبر فريق القوات الجوية الملكية «السهم الأحمر» واحدًا من أشهر الفرق في هذا المجال. وإن لم تتمكن من الوجود في تلك الأماكن لمشاهدتهم بنفسك يمكنك أن تدخل على الموقع الخاص بهم على شبكة الإنترنت (www.raf.mod.uk/reds) وذلك لترى على الشاشة بعض المناورات المذهلة التي يقوم بها هذا الفريق.

مقصورة قيادة مزودة بمعدات عرض حقيقية

جربهـا بنفسـك

في بعض المتاحف مثل متحف القوات الجوية الملكية في لندن، ومتحف العلوم وهو متحف علمي بفرنسا، توجد أجهزة المحاكاة حيث يمكنك أن تدخل إلى جهاز المحاكي الحربي، فتحصل على معلومات أو ترسلها من خلال الكمبيوتر. كما تنتج بعض شركات الكمبيوتر ألعاب محاكاة الطائرات والتي يمكنك معها أن تختبر قدراتك على التحليق والهبوط في جميع الأحوال الجوية.

منطاد الهواء الساخن

نموذج للطائرة «سكاي هوك» من طراز سيسنا 172E

مراقبـة الطائـرات

يحتوي معظم المطارات على شرفات أو ساحات كبيرة حيث يمكنك أن ترى الطائرات وهي تهبط وتملأ بالوقود ثم تقلع ثانية. وفي بعض المطارات المزدحمة تقوم ما قد تصل إلى 50 طائرة بالإقلاع والهبوط كل ساعة. وبعضها قد يكون طائرات ركاب دولية عملاقة في طريقها إلى قارات أخرى وربما يكون البعض الآخر من الطائرات الأصغر حجمًا التي تقوم برحلات جوية داخلية. ويذهب بعض الناس خصيصًا لمشاهدة أنواع معينة من الطائرات، بحثًا عن العلامات والألوان المميزة لمختلف خطوط الطيران الوطنية.

مواقع إلكترونية مفيدة بالإنترنت:

- يمكنك التعرف على تفاصيل عن عرض مطار فارنبورو الدولي على: moc.hguorobnraf.www
- يمكنك الحصول على معلومات عن العروض الجوية القادمة في الولايات المتحدة وكندا على: www.londonairshow.com/links.htm
- تستطيع الحصول على آخر أخبار شركة بوينج وطائراتها على: www.boeing.com
- يمكنك الحصول على معلومات عن الطائرات المزدوجة على داكسفورد: www.classic-wings.uk.com
- يمكنك الحصول على المعلومات والخطط اللازمة كي تصنع منطادًا ورقيًا على: www.juniorballoonist.com

نموذج للطائرة فلاير وهي طائرة الأخوين رايت

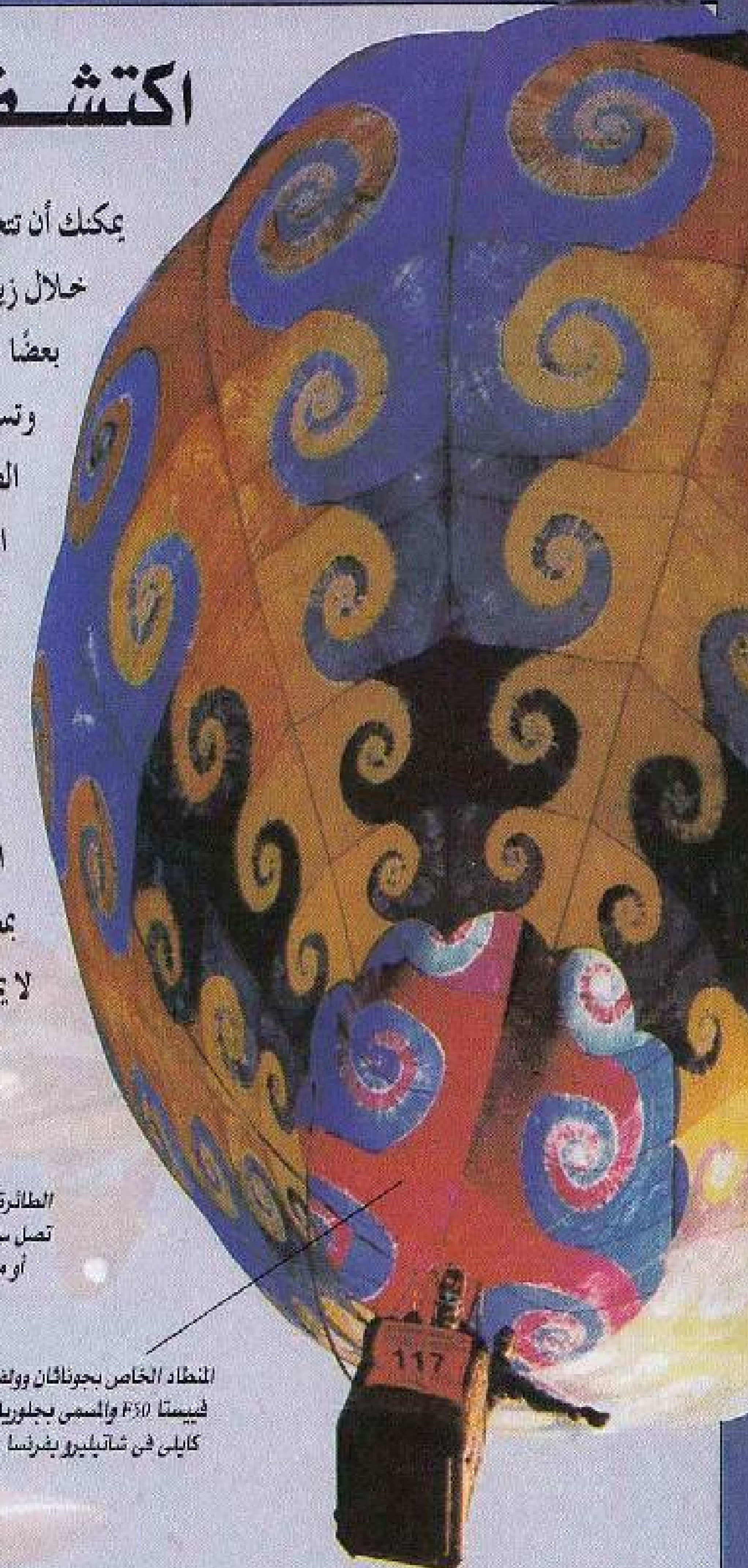
اكتشف المزيد

يمكنك أن تتعرف على المزيد عن تاريخ الطيران من خلال زيارة المتاحف، حيث يمكنك أن ترى بعضًا من طائرات الرواد الأولى الشهيرة، وتستطيع كذلك الدخول إلى محاكي الطائرة. كما يقام العديد من العروض الجوية ومهرجانات للمناطيد في جميع أنحاء العالم، حيث يمكنك أن ترى جميع أنواع الطائرات المدنية والحربية وكذا مناطيد الهواء الساخن وسفن الهواء عن قرب. ويعتبر الإنترنت مصدرًا كبيرًا لإمدادك بمعلومات عن تلك المهرجانات التي لا يمكنك أن تحضرها بنفسك.

القيام بجولة

في بعض المتاحف والعروض الجوية، يمكنك الحصول على جولة بالطائرة. فعلى سبيل المثال يستطيع زائرو مطار راينبيك القديم الموجود في راينبيك بنيويورك الذهاب في جولة بالطائرة المزدوجة ذات المقصورة المفتوحة (التي تظهر في الصورة بأعلى). كما يمكنك كذلك الذهاب في رحلة جوية في طائرة قديمة تايجر موث أو دي هافيلاند دراجون رايد في المتحف الحربي الإمبريالي بدكسفورد بالمملكة المتحدة.

الطائرة بوينج سونيك كروزر تصل سرعتها إلى 0,95 ماخ أو ما يزيد على ذلك



المنطاد الخاص بجوناثان وولف فييستا F50 والمسمى بجلوريا كايلي في شاتيليرو بفرنسا

مهرجانات المناطيد

تقام بطولات مونتجولفيه العالمية للمناطيد كل عامين، وهناك العديد من الفعاليات لهذا المهرجان، ومنها السباقات والرحلات الجوية الليلية المثيرة، كما أنها تتيح لك فرصة الإطلاع على أحدث موديلات المناطيد التنافسية وتلك الخاصة بالمهرجانات. أقيم المهرجان الخامس عشر في شاتيليرو بفرنسا عام 2002، وسيقام مهرجان 2004 في أستراليا.

في الصحافة

غالبًا ما تورد الصحف أخبارًا عن آخر التطورات في عالم تصميم وتصنيع الطائرات. ويمكنك من خلال الصحف رؤية آخر وأحدث موديلات الطائرات التي تعرض في العروض الجوية مثل هذه الطائرة بوينج سونيك كروزر والتي ظهرت لأول مرة في عرض باريس الجوي، والذي أقيم في مطار لو بورجيت في عام 2001.

صف من طائرات الركاب التجارية في عرض فيرفورد الجوي لعام 1997 في جلوسيسترشاير بالمملكة المتحدة

العروض الجوية

يقيم العديد من الدول عروضًا جوية حيث يمكنك أن ترى عروض الطائرات من جميع أنحاء العالم. وقد بدأ عرض باريس الجوي منذ عام 1908، وحاليًا يقام كل صيف في مطار لو بورجيت بباريس، فرنسا. أما عن عرض فارنبورو الجوي الدولي، فتنظمه جمعية شركات الفضاء الجوي البريطانية، ويقام غربي لندن بالمملكة المتحدة. وفي عام 2002، قدم ما يزيد عن 1000 عرض من 32 دولة. أما مهرجان لندن للمناطيد والعروض الجوية فيقام في يونيو من كل عام بمطار لندن الدولي في أونتاريو بكندا. وبالإضافة إلى تمكن الزوار من مشاهدة مجموعة كبيرة من الطائرات عن كثب، يمكنهم كذلك متابعة الاستعراضات الجوية والذهاب في جولات بالمناطيد أو بطائرات الهليكوبتر.

الطائرة الثلاثية: هى طائرة مزودة بثلاثة أجنحة ثابتة مثل الطائرة الألمانية الثلاثية فوكر والتى صنعت فى أوائل القرن العشرين.

الطائرة الخفاقة: هى الطائرة التى تدفع من خلال خفق الأجنحة.

الطائرة ذات الجسم العريض: هو الاسم الذى يطلق على الطائرات التجارية ذات المقصورة الداخلية الواسعة ويوجد بها ثلاث مجموعات من المقاعد على كل صف، إلى جانب صفين فى المنتصف.

الطائرة ذات الخفة الفائقة: هى طائرة علاقية ذات محرك مزودة بمحرك صغير ومركبة مفتوحة مصنوعة من الألياف الزجاجية ويطلق عليها اسم العربة الثلاثية ويدعى هذا النوع من الطائرات الطائرات الخفيفة للغاية وذلك فى الولايات المتحدة وأستراليا.

الطائرة الشراعية: هى طائرة تعمل بدون محرك وتمتاز باتساع باع جناحها، وتستخدم تيارات الهواء الساخن المرتفع لتظل محمولة فى الهواء، ويتم التحكم فيها من خلال دفة الاتجاه والرافعات والجنيحات.

الطائرة فائقة الخفة

الطائرة الشراعية العلاقية: هى طائرة تعمل دون محرك وتستخدم تيارات الهواء الساخن المرتفع للارتفاع، وتصنع من مواد ممتدة على هيكل بسيط بشكل الجناح. حيث يتدلى الطيار أسفله فيما يشبه الكيس أو الحقيبة المخصصة لجسد الإنسان ويوجه الطائرة من خلال تغيير اتجاه وزنه من جانب إلى آخر.

الطائرة المزدوجة: هى طائرة ذات جناحين ثابتين

الطرف الأمامى: هو الحافة الأمامية من الجناح أو المروحة الدوارة أو الذيل (على سبيل المثال).

الطيار الآلى (الطيار الأوتوماتيكى): وهو نظام إلكترونى يقوم بتحقيق الاتزان للطائرة أوتوماتيكيًا ويمكنها أن تعيدها إلى ممر طيرانها الأصلى عند تعرضها لاضطراب على شاكلة الدوامات. وفى الطائرات الحديثة، يمكن ضبط الطائرة على نظام الطيار الآلى، بحيث تتبع الطائرة مسارًا محددًا.

العارضة الطولية: هى ذلك الجزء من هيكل الطائرة الذى يمتد بطول جسمها.

عجلات الهبوط: هى معدات الهبوط الخاصة بالطائرة.

علم ديناميكا الهواء: دراسة حركة الأشياء فى الهواء.

فوق الصوتى: هو الذى يتجاوز سرعة الصوت.

القائم: هو دعامة هيكلية فى الجناح تمتد بطوله.

القارب الطائر: هو طائرة ذات هيكل مقاوم للماء، للسماح لها بالتحرك عليه.

قوة الدفع الموجهة: هى طريقة تحريك الطائرة من خلال تحريك مراوح الدفع الخاصة بها أو أنبوب الجناح الموجود فى محركها النفاث، بحيث تتسبب قوة الدفع فى دفع الطائرة فى اتجاه آخر، وتستخدم قوة الدفع الموجهة فى بعض من السفن الهوائية والطائرات المقاتلة.

القوة الرافعة: هى قوة الدفع إلى أعلى، والتى تولدها طريقة تدفق الهواء حول جناح الطائرة. (انظر أيضًا سطح الانسياب الهوائى الرافع)

كيس الغاز: وهو غلاف (عادة ما يكون مطليًا بطبقة من النايلون) خاص بالسفينة الهوائية ويحتوى على الغاز المستخدم فى الرفع.

مجمع العجلات: نوع من أرجل الهبوط فى الطائرة ويتكون من زوجين أو اثنين من العجلات.

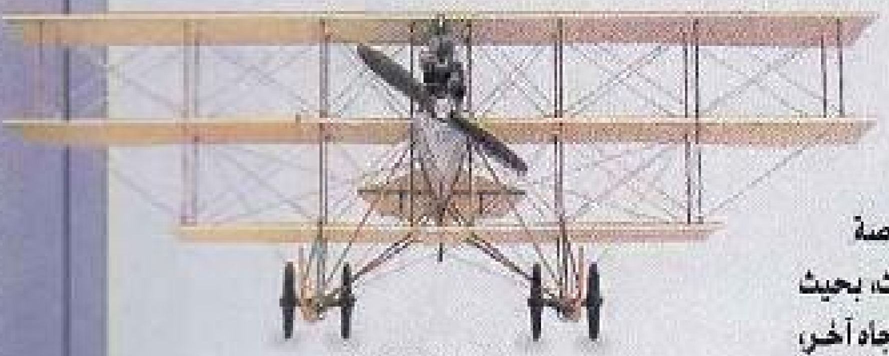
المحرك التوربينى النفاث: هو نوع بسيط من المحركات التوربينية الغازية النفاثة حيث يقوم الضاغط بدفع الهواء داخل غرفة الاحتراق، فيحترق الوقود، وتتسبب الغازات الساخنة الناتجة فى تدوير توربين يشغل الضاغط، وهو يسبب ضوضاء أكثر من المحركات المروحية التوربينية المستخدمة فى معظم طائرات الركاب، أما الطائرة كونكورد فتعمل بمحرك توربينى نفاث.

المحرك المروحى التوربينى: هو محرك توربينى غازى، يخصص جزء من قوته لتشغيل مروحة تدفع الهواء إلى الخارج مع العادم، مما يزيد من قوة الدفع، ويستخدم حاليًا فى معظم طائرات الركاب حيث إنه اقتصادى ولا يسبب الكثير من الضوضاء مثل المحركات التوربينية النفاثة.

مروحة الدفع: هى الريش الدوارة التى تدفع الطائرة إلى الأمام.

مروحة الدفع التوربينى: نوع من المحركات التوربينية الغازية موصل بمروحة دفع، ويستخدم لتشغيلها (انظر أيضًا مروحة الدفع).

مقاومة الهواء: هو ضغط الهواء الذى يتسبب فى إبطاء سرعة الطائرة عندما تكون فى الهواء.



الطائرة الثلاثية

مقصورة القيادة: هى جزء من جسم الطائرة مخصص للطيار أو الطيارين وفى بعض الأحيان لأفراد الطاقم الآخرين

مقصورة القيادة الزجاجية: هى مقصورة القيادة التى تستبدل فيها شاشات أنبوب أشعة الكاثود الملونة أو شاشات العرض البللورى السائلى بالمعدات التقليدية.

مقياس الارتفاع: هو جهاز يستخدم لقياس ارتفاع الطائرة.

المكبح الهوائى: هو سطح قابل للامتداد من أجنحة الطائرة بهدف إبطاء سرعتها أو جعل هبوطها أكثر انحدارًا.

المنطاد: موجه قابل للتوجيه.

المنطاد غير الصلب: هو منطاد لا يحتوى على هيكل داخلى ويحافظ على الشكل من خلال ضغط الهواء وحجيرات المنطاد الهوائية فى الداخل.

منطاد الهواء الساخن: هو مركبة جوية أخف من الهواء، تستخدم عادة فى رحلات الاستجمام، وتستخدم مناطيد الهواء الساخن الحديثة مواقد تعمل بالبروبين محمولة فوق السلة الخاصة بالمنطاد وذلك لتسخين الهواء داخل الكيس الهوائى. (انظر أيضًا كيس الهواء).

الهليكوبتر: هى طائرة ذات محرك، ويتم رفعها وتوجيهها من خلال الريش الدوارة، ويمكنها أن تقلع بشكل عمودى وأن تطير ببطء وأن تحلق وأن تتحرك فى أى اتجاه. وغالبًا ما تستخدم فى مراقبة المرور وعمليات الإنقاذ وذلك لقدرتها الكبيرة على المناورة.

مؤشر الميل: هو جهاز يبين زاوية انحدار الطائرة (حركتها الجانبية بسبب الرياح المتعامدة).

الهويان: عندما يفقد رفع الطائرة، مسببًا ميل الطائرة إلى الأسفل، وربما دخلت فى دوامة.

الطائرة ذات الجسم العريض

المصطلحات

السفينة الهوائية

أنبوب الأشعة الكاثودية: وهى شاشة أنبوب الأشعة الكاثودية ويعرض معلومات عن الطيران والملاحة فى مقصورة القيادة الزجاجية الخاصة بالطائرة. وقد استبدل بشاشات أنبوب الأشعة الكاثودية حاليًا شاشات العرض البللورى السائلى فى معظم الطائرات الحديثة.

الانعراج: هو تحويل الحركة لأى من الجانبين من خلال تعديل دفة الاتجاه الخاصة بالطائرة.

انفتال الجناح: هو التحكم فى قدرة الطائرة على الانزلاق الجانبى أو الدوران من خلال تدوير أطراف الجناح الخارجى بدلاً من استخدام الجنيحات.

الأفق الاصطناعى: هو جهاز يستخدم لتحديد موقع الطائرة بالنسبة للأفق ويمكن الطيار من الهبوط بأمان فى أحوال الطقس السيئة أو فى الليل، ويطلق عليه كذلك اسم المنفاق الجيروسكوبى.

بدن أحادى القشرة: وهو جسم الطائرة الذى لا يحتوى على دعامات داخلية حيث يتحمل الجسد الخارجى معظم حمل الهيكل تقريبًا.

التقوس: هو انحناء على القسم الخاص بالجناح من الطائرة

جسـم الطـائـرة: مقابل هذه الكلمة بالإنجليزية 'fuseler'، مشتق من الكلمة الفرنسية "fuseler" وتعنى: يشكل على شكل عمود.

الجنـدول: هو المقصورة الخاصة بالسفينة الهوائية التى يسافر بها الطاقم والركاب.

الجنيح: رفرف على الطرف الخلفى من الطائرة ويمكن الطائرة من الانحناء نحو أحد الجوانب (وهو ما يطلق عليه اسم الدوران أو الانزلاق الجانبى).

حجيرة المنطاد: هى جزء صغير ملىء بالهواء داخل غلاف السفينة الهوائية (ويحتوى على غاز الهليوم وهو غاز أخف من الهواء)، وتستخدم للتحكم فى ارتفاع الطائرة، فيؤدى تسريب الهواء إلى جعل السفينة الهوائية أخف فترتفع، ويجعل ضخ الهواء إلى الداخل السفينة أثقل فتهبط إلى الأسفل.

الحافة الخلفية: هى الحافة الخلفية من (على سبيل المثال) الجناح أو المروحة الدوارة أو الذيل.

حلقة امتدادية التراكب: هى حامل لتشغيل المدافع الرشاشة يدويًا، استخدم فى الطائرات البريطانية من حوالى عام 1916 حتى الثلاثينيات من القرن العشرين، وهو يسمح لمطلقى المدافع بتدوير المدفع والإطلاق فى عدة اتجاهات.

درجة الميل أو الانحدار: وهو ميل أو دوران أنف الطائرة إلى أعلى أو إلى أسفل وذلك من خلال رفع أو خفض الرافعات الموجودة على ذيل الطائرة. (انظر أيضًا إلى رافعة وذيل الطائرة).

دعامة أو عمود انضغاطى: هى دعامة رأسية أو سنادة مقاومة للضغط، مثال ذلك ما بين العوارض الطولية فى جسم الطائرة.

دفة الاتجاه: سطح مستو لتوجيه الطائرة إلى اليمين أو إلى اليسار.

الدمام: طلاء يستخدم لطلى القماش فيزيده إحكامًا وقوة.

الدوران: هو أحد حركات الطائرة من خلال رفع طرف أحد الجناحين بحيث ينخفض الآخر عن طريق ضبط الجنيحات.

ذراع التحكـم: هى عمود الإدارة الذى يستخدم فى توجيه الطائرة بحيث تتمكن من النزول أو الصعود أو الدوران.

ذيل الطائرة: هو الجناح الموجود فى مؤخرة الطائرة لتحقيق ثباتها عند الميل وعادة ما تثبت الرافعات عليه.

الهليكـوبتـر

الرافعة: هى رفرف موجود على ذيل الطائرة، ويمكن الطائرة من التحرك إلى أعلى أو إلى أسفل (وهو ما يدعى الخطران).

رقم مـاخ: هو نسبة سرعة الطائرة فى الهواء إلى سرعة الصوت، فى إطار ظروف معينة (منها الارتفاع، وكثافة الهواء، والحرارة، وقد أطلق عليه هذا الاسم نسبة إلى الفيزيائى النمساوى إيرنست ماخ (1838-1916). وماخ 1 هو سرعة الصوت، أو حوالى 1,060 كم/س (ما يعادل 659 ميلاً فى الساعة) على ارتفاع 1,000م (ما يعادل 36,000 قدم، أما ماخ 2 فهو ضعف سرعة الصوت وهكذا.

الريش الدوارة المائلة: هى الطائرات المزودة بريش دوارة تمكنها من الإقلاع بشكل أفقى ومن الدوران ثم تعطيها دفعة إلى الأمام.

سـرعـة الصـوت: تساوى سرعة الصوت حوالى 1,225 كم/س (761 ميلاً فى الساعة) على مستوى سطح البحر وتنخفض كلما ارتفعت فى السماء، حتى ارتفاع 1000م (أى ما يعادل 3,280 قدم) وتظل سرعة الصوت كما هى، حوالى 1,060 كم/س (أى ما يعادل 659 ميلاً فى الساعة).

سطح الانسياب الهوائى الرافع: هو جناح محنى الشكل بحيث يكون السطح الأعلى أطول (من الحافة الأمامية إلى الحافة الخلفية) من السطح الأدنى.

السطح الرافع العاطف: هو سطح التحكم فى الأجنحة ويقوم بنفس الوظيفة التى تقوم بها الجنيحات والرافعات.

سـفينـة الهـواء الصلبـة: هى السفينة الهوائية التى تحتوى على هيكل داخلى.

السفينـة الهوائيـة: هى طائرة أخف من الهواء، وغالبًا ما تملأ بغاز الهليوم أو الهواء الساخن، ويتم توجيهها من خلال مراوح دفع متحركة، وذلك لمساعدتها على الإقلاع أو الهبوط.

الشحان الفائق: هو جهاز يدفع المزيد من الهواء إلى داخل محرك الطائرة لزيادة قوته على الارتفاعات العالية.

الطائـرة الأحاديـة: هى طائرة ذات جناح واحد وثابت.

الطائـرة أوتوجيرو: هى طائرة مزودة بمروحة دفع تقليدية ودوارة، تدور بفعل الهواء المتدفق خلال أسطوانتها من الأسفل، وهى رائدة الطائرات الهليكوبتر.

المركبة الطائرة

الكشاف

(أ)

الأجنحة الخفاقة 4-7
الأخوان سيجوين20
آدر، كليمنت1، 66
أرلاندس، ماركيز دى 8، 65
الإطارات 39
إطلاق باستخدام الونش 58
الأفق الاصطناعى 45، 46-47، 70
ألكوك، جون 32، 42، 67
ألنبوب بيتو 46
ألزاني، أليساندرو 15
- المحرك 15، 22، 24، 29
الانزلاق الجانبى 14، 27، 41، 42، 47
الانعراج 40-43، 70
انفتال الجناح 14، 22، 23
الانهيار 27، 39، 40، 43
الأوتوجيرو 48-49، 70
أوتوجيرو بيتكايرن48
أوجليف 46
أوهاين، باسنت فون 36
إيبر كويك سيلفر 61
إيكاروس 6

(ب)

باسات، موريس 7
البدن الأحادى القشرة 23، 24، 70
براون، آرثر 32، 42، 67
بزة سيدكوت14
بسنيير 6
بليريوت، لويس 14-15، 18، 28، 29، 40، 66
- طراز XI 14-15، 22
بولهان، لويس 16
بوينج 247D 32-33
- 707 35
- 747-400 45، 64، 65
- سونيك كروزر 68
بيجاسوس Q سولار وينجز 42
بيجود، أدولف 16
بيل جيت رينجر 50-51، 52-53
بيل، ألكسندر 11
بينود، ألفونس 53
بينيت، بيل 62

(ت)

تاتلين، فلاديمير 7
التحليق 50
تشارلز، جاك 8
تشوفيير15

(ث)

ثقل الموازنة
- السفينة الهوائية 57
- الطائرة الشراعية 59
- المنطاد 8، 55

(ج)

جائزة شنايدر 25، 64
جسم الطائرة 22، 23، 26، 27، 34، 59، 70
- السدادة 34
جلوستر E28/39 36
الجناح 6-7، 10-11، 12، 14-15، 18، 20-21، 24، 26-27، 32-33، 34، 40، 43، 49، 59
- آلية العمل 11
- التقوس 11، 13، 23، 12، 20
- الشكل 11
- العارضة 11، 63
- الغطاء 7، 11، 12، 14، 20-21
الجندول
- السفينة الهوائية 56-57، 70
الجنيح 23، 26، 27، 33، 34، 35، 41، 58، 70
جهاز تعطيل الرفع 27، 34
جوسامر ألباتروس 7
الجيروسكوب 46-47
جيفارد، هنرى 9، 56

(ح)

حاجب الريح 42، 43
حامل سكارف الحلقى 20، 70
حجيرة المنطاد
- السفينة الهوائية 56-57، 70
حراريات 58
الحرب العالمية الأولى 17، 18-21، 31، 32، 42، 47، 56
الحرب العالمية الثانية 11، 32، 38، 39، 46، 48، 52، 66
الحركات البهلوانية الجوية 16، 22، 41، 42
حزام الأمان
- الطائرة الشراعية العملاقة 40-61
- الطائرة فائقة الخفة 62
حقيبة الجسم
- الطائرة الشراعية العملاقة 60

(خ)

خط الرؤية 47
الخطوط الجوية الإمبراطورية (البريطانية) 33
خطوط إنستون للشحن 32
خوذة الطيران 17

(د)

داندريو 53
درجة الميل 40-41، 63
أدوات التحكم في الطائرة
- الهليكوبتر 50-51، 52، 53
- الميل الدائرى 50
- الميل الكلى 50
دفة الاتجاه 13، 15، 19، 20، 21، 27، 40-41، 50، 53، 57، 59
- عمود 40-41، 42، 43
الدمام 20، 24، 70
الدوران 14، 40-41، 70
دوران إيملمان 18، 67
دى هافيلاند
- السفينة الهوائية 57
- المنطاد 9
- الهليكوبتر 50
ديردوسين 22، 38، 42
ديدالوس 6

(ذ)

ذراع التحكم، انظر عمود التحكم
ذيل الطائرة 12، 21، 27، 33، 40، 59، 70

(ر)

الرافعة 12، 13، 15، 20، 21، 27، 40، 57، 59، 70
رايت، أورفيل وويلبور 11، 14، 27، 30، 46، 48، 52، 66
- مروحة الدفع 30
رد فعل عزم الدوران 50، 53
الرفرف 20، 34، 35، 45
روبرتس، ماريو نويل 8
روجالو، فرنسيس 60
روزير فرانسوا دى 8
رولز رويس آر 25
- ناى 36-37
- كيستريل 24
ريشة المروحة 49، 50-51، 52-53
- الميل 50-51، 52

(ز)

زيبلين 9، 66

(س)

سابلييس، جورج 53
سانتوس-دوموت، ألبرتو 63
ساوندرز رو بريشسس 39
سبيت فاير، انظر سوبر مارين
سبيرى إلمر 46، 66
ستاتوسكوب 9
سترينجفلو 12-13
سرعة الصوت 36، 37، 46، 70
السرعة الهوائية 32، 43، 45، 46-47
سطح الانسياب الهوائى الرافع 30، 31
السفينة الهوائية 9، 56-57، 70
سنو بيرد 26-27
سوبرمارين S6 25
- S6B 25
- سبيت فاير 39
سوبويث بوب 23
سيديلى، أرمسترونج 49
سيرفا C-30 48-49
- جوان دى لا 48-49، 66
سيسنا 172 سكاى هوك 27
سيكورسكى، إيجور 52-53، 66
- R-4 52-53
- VS-300 52، 66
- R-4X 53

(ش)

شانوت، أوكتاف 11
شلايشر 58-59 ع23
شورت سارافاند21

(ص)

الصعود 42، 47، 50، 63
- السفينة الهوائية 57
- المنطاد 9، 55
- الهليكوبتر 50
صمام الانفجار
- منطاد الهواء الساخن 55
صن بيم 31
صناعات السفن الهوائية 56
سكاى شيب 600LH 56-57
الصندوق الأسود، انظر مسجل بيانات الطائرة

(ط)

الطائرات المقاتلة 19
الطائرة الأحادية 15، 18، 22، 24، 25، 32، 33، 39، 70
الطائرة البخارية 12-13
الطائرة الثلاثية فوكر 18
الطائرة الخفاقة 6-7، 71
الطائرة الدورانية 48-49، 50-51، 52-53
طائرة الركاب 20، 32-33، 34-35، 36، 39، 44-45
- الطيار 32
- طائرة الركاب 32
- الراحة 33، 34-35
الطائرة الشراعية 10-11، 58-59، 60، 71
الطائرة الشراعية العملاقة 10، 60-61، 62، 71
الطائرة الشراعية إيرسبيد هورسا 59
الطائرة الصاروخية بيل 34 1-ط
الطائرة المزدوجة 18-21، 24، 43، 71
الطائرة النفاثة 36، 38، 39
طائرة الركاب النفاثة 38، 39، 44-45، 67
الطائرة النفاثة العملاقة جامبو، انظر بوينج 747
الطائرة الورقية10، 11، 60
الطائرة تايجر موث، انظر دى هافيلاند
الطائرة طراز BAe 146 34-35
الطائرة فائقة الخفة 26، 62-63، 71
الطائرة قاذفة القنابل 20، 24، 42
الطيار الآلى 32، 40، 71

(ع)

العارضة
- الطائرة الهليكوبتر 52-53
عبور الأطلنطى 9، 32، 42، 67
عبور الباسيفيكى 32، 67
عبور بحر المانش 7، 14-15، 28، 66
عجلات الهبوط 14، 19، 22، 24، 26، 32، 38-39، 71
- مسحوبة إلى الداخل 32-33، 38-39
العروض الجوية 68
العوارض الطولية 26، 71
العوارض، جسم الطائرة 35
العوامات 25، 38

(ف)

فارنبورو 40
فلاير 14، 27، 48، 64
فليتشر، لنتون 52
فوكى، هاينريش 52
فيرى - ريد 25، 31
فيكرز فيمى 42
فيليبس، هوراشيو 30

(ق)

القائم 20-21، 23، 71
قاذفة القنابل أفرو فولكان 39
القارب الطائر 21، 33، 71
القرص المترلوح 50-51، 52
القشرة الخارجية 32، 34، 35
قضيب السرعة
- الطائرة الشراعية العلاقية 61
- الطائرة فائقة الخفة 63
قوة الدفع، المحرك 42، 43، 44
قوة الرفع 11، 40، 71

(ك)

كام، سيدنى 24، 66
كايلى، السير جورج 10، 52، 66
كورنو، بول 52، 64
كومبر سويفت27
كونكورد 36، 37، 65
- التحكم 14، 40-41
- التحكم الإلكترونى 34
- ذراع التحكم 19، 40-41، 42-43، 70
- عجلة التحكم 42
كينجسفورد سميث، تشارلز 32، 67

(ل)

لانجلى، صامويل بييربونت 13
لاندبل، جابرييل دى لا 52
ليلينثال، أوتو 10-11، 60، 66
ليندبرج، تشارلز 26، 32، 44، 67
ليوناردو دافنشى 6-7

(م)

مؤشر الدوران والانزلاق الجانبى 47
مانشى 25
ماخ
- انظر سرعة الصوت
محاكى الطائرة 69
المحرك
- البخارى 12
- البنزينى 12، 13، 24، 28
- التبريد المائى 28، 29
- تشغيل المحرك 42-44
- الدورانى 29
- الكبسى 28، 29
- نصف القطرى 29، 33
- انظر أيضًا المحرك النفاث
محرك VNE 28
المحرك النفاث 28، 31، 34-35، 36-37، 51
- توربينى نفاث 36، 65، 71
- عمود إدارة التوربين 51
- مروحة الدفع 31
- مروحى توربينى 34-35، 36-37، 65، 71
محرك أليسون 51
محرك براث و ويتنى «واسب» 33
محرك بوجوى 27
محرك بورش 57
محرك جينوم23
محرك ذو مروحة لاسلكية 31
محرك روتاكس 26، 62
محرك شحان فانق 25
محرك هسبانو سويزا 19
محرك ويرنيك 29
الدفع الرشاش 19
- التوقيت 19، 23، 31
الدفع الرشاش طراز لويس 20
مدفع فيكرز 19، 23
مروحة الدفع 12، 18، 24، 25، 26، 29، 30، 49، 57، 62، 65، 71
- الميل المتغير31، 33
- مروحة الدفعوتان 31
- مروحة الدفع المتكاملة 31
- مروحة الدفع باراجون 30
- مروحة الدفع لانج 31
- مروحة الدفع هيلى شو بيتشام31
- مروحة الذيل 50، 52-53
مسجل بيانات الرحلة 47
مضخة روزرهام 18
المطار 13
المظلات 10، 40
معارك جوية التحامية 19، 23
المعدات، 42-43، 44-45، 46-47، 62
- الرقمية 26
معدل الانزلاق 58، 60
المثبط 42
القافلة بريستول 18-21
مقاومة الهواء 18، 21، 24، 25، 32، 34، 58، 59، 71
المفصلات 49، 51
مقصورة القيادة 14، 42-43، 59، 62، 7
- الزجاجية 45، 71
مقصورة القيادة الحديثة32، 44-45، 56
مقصورة القيادة الزجاجية 44، 71
مقصورة مكيفة الضغط 33، 34-35
مقياس الارتفاع 42، 43، 46-47، 65، 71
مقياس الارتفاع إليوت 47
مقياس الضغط الجوى 9
مقياس الميل (الانحدار) 42
مقياس سرعة الرياح 46
الكابح 38
الكابح الهوائية 34، 58، 71
ملابس الطيران 14-17
الملاحة الجوية 16، 34، 44-45، 46-47
المنطاد
- حلقة التحميل 9، 55
- السلة 8-9، 54-55
- الغاز 8-9، 54
- الغلاف الخارجى 54
- المهرجانات 68
- الموقد 55
- النفخ 9، 54
- الهواء الساخن 8، 54-55
- مونتوجولفييه 8، 54، 64، 66

(هـ)

هاندلى بيدج - هرقل 33
الهبوط 34، 39، 43
- الأضواء 44
- الاقتراب 45، 47
- الزلاجات 38، 51
- السفينة الهوائية 57
- العجلات 38، 39
- معدات الهبوط 38-39
- الوسادات 8
الهليكوبتر 50-51، 52-53، 64، 71
- اللعبة 48، 52-53
هنسون، ويليام 12-13
هوكر هارت 24، 39
هيكل الطائرة 15، 19، 20، 21، 23-25، 32، 34
هيندنبرج 9، 56

(و)

ويتل، السير فرانك 36، 66
ويتورث، أرمسترونج 39

(ى)

يوست، إد 54
يولى 13، 66
ييجر، تشاك 36، 67

مشاهدات علمية

الآلات الطائرة

تعرف على أول رجل حقق حلمه فى الطيران، وعلى الآلات الرائعة والمذهلة التى رفعته عاليًا وبعيدًا فى الهواء.

شاهد

المنطاد وهو ينتفخ

اكتشف

سبب تصميم المحرك الدورانى بحيث يدور عند التشغيل

تعرف

كيف صنعت الطائرة المقاتلة إبان الحرب العالمية الأولى

نهضة مصر